2 ELETRÔNICA RÁDIO E TV

SUMÁRIO

CURSO DE RÁDIO
2ª LIÇÃO TEÓRICA

ELEMENTOS DE CIRCUITO

I - Introdução

O uso da eletricidade tornou-se tão comum nos dias atuais que, ao ligar um interruptor para acender uma lâmpada, movimentar um motor, aquecer um ferro de engomar, pôr em funcionamento um rádio ou televisor, etc., pouca ou nenhuma importância damos ao agente que produz tanta comodidade, que é a corrente elétrica. Entretanto, isso não deve acontecer com o técnico em eletricidade ou qualquer de seus ramos, como este de eletrônica que o aluno está cursando. É por esta razão que, tendo apresentado nas lições anteriores os fundamentos da eletricidade, nesta e nas seguintes passaremos a expor os elementos essenciais de um circuito elétrico.

II - Definições

1 - Circuito elétrico

Na primeira lição de nosso curso, já vimos que se chama de circuito elétrico o percurso da corrente elétrica, o que, em outras palavras, significa que o circuito é o caminho percorrido pelas cargas elétricas (figura 1).

2 - Gerador e receptor

Todo circuito elétrico possui, no mínimo, um gerador e um receptor. De fato, para que as cargas elétricas circulem, é necessário que exista algum dispositivo que a movimente, ou seja, que as empurre através dos condutores. Esse dispositivo é o que se chama de gerador elétrico. Então, como definição, diremos que:

gerador elétrico é o dispositivo que movimenta as cargas elétricas.

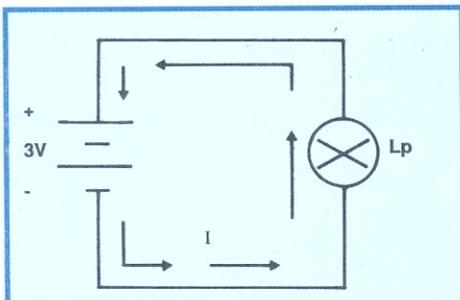



Figura 1 - Exemplo de circuito elétrico.

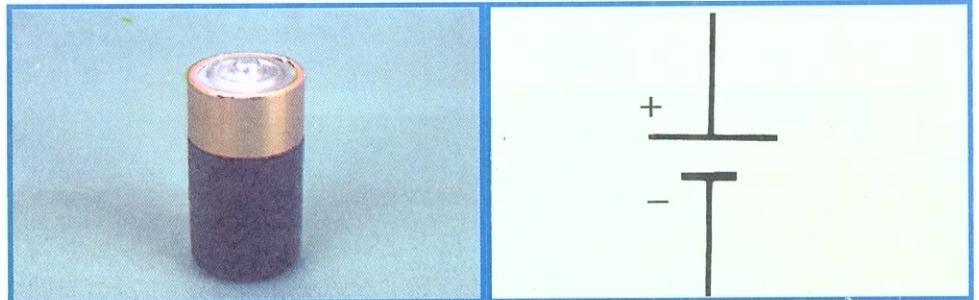



Figura 2 - Aparência física e representação gráfica de um gerador de corrente contínua.

Os geradores podem ter os mais diferentes tipos e formas, como analisamos na lição anterior, ao apresentar os geradores mais encontrados na prática corrente. Mesmo assim, reproduzimos os símbolos dos geradores de corrente contínua, como as pilhas e os dínamos (fig. 2) e dos geradores de corrente alternada, chamados de alternadores, como os geradores das grandes usinas de eletricidade e os de pequeno porte, empregados em sítios, fazendas, etc., como mostrado na figura 3.

Figura 3 - Aparência física e representação gráfica de um gerador de corrente alternada.

As cargas elétricas empurradas pelo gerador de eletricidade devem produzir algum trabalho útil, tais como aqueles que citamos no início desta lição, de acionar um motor, acender uma lâmpada e muitos outros. O dispositivo que é sede desse trabalho se chama receptor. Podemos, então, definir receptor como sendo qualquer dispositivo que transforma a energia elétrica de um gerador em qualquer outro tipo de energia que não seja o calor. Um motor elétrico, por exemplo, é um receptor, porque transforma a energia elétrica em energia mecânica, isto é, o motor gira devido ao efeito magnético da corrente que o atravessa e, por isso, é capaz de acionar qualquer dispositivo mecânico, como uma serra, uma máquina de beneficiar café, etc. **A lâmpada também é um receptor,** porque transforma a energia elétrica em energia luminosa (luz). Figura 4.

O aluno, por certo, estará perguntando porque excluímos os dispositivos que transformam energia elétrica em calor, da definição de receptores. O ferro de engomar, por exemplo, não é um receptor? De fato, o ferro de engomar, assim como o fogareiro, o ebulidor, etc., não são considerados receptores, porque o desprendimento de calor é um efeito da corrente elétrica, ou seja, sempre que houver passagem de corrente por um dispositivo, haverá, fatalmente, des-

Figura 4 - Você lida constantemente no dia a dia com receptores.

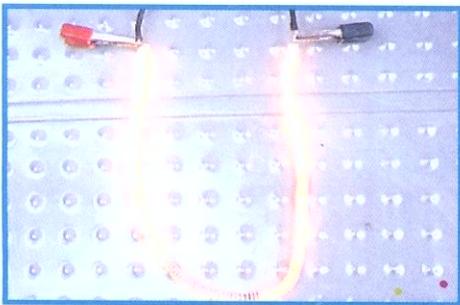



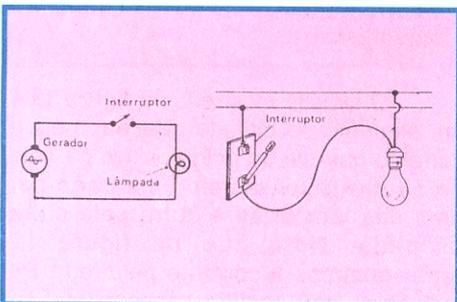
Figura 5 - O calor desprendido resulta do atrito das cargas elétricas ao percorrer um circuito.

prendimento de calor. O calor, portanto, com exceção dos dispositivos de aquecimento,constitui-se em uma perda na transformação de energia e, por isso, os dispositivos que simplesmente transformam eletricidade em calor não foram incluídos na definição de receptor (figura 5). Devemos acrescentar que alguns autores excluem, também, a lâmpada de incandescência, ou seja, a lâmpada comum em que a luz é conseqüência do aquecimento ao rubro (vermelho como brasa) de um filamento metálico, da definição de receptor.

3 - Circuito elétrico prático

Para a realização prática de um circuito elétrico, devemos ter **sempre**, no mínimo, três elementos, que são: o gerador, o receptor e os condutores, que são os fios que interligam o gerador e o receptor.

Nas figuras 6 e 7, mostramos dois exemplos de circuitos elétricos dos mais simples. Em **6**, temos 4 pilhas (gerador) ligadas a uma lâmpada através de fios de ligação. Esse circuito corresponderia ao de uma lanterna elétrica, não se considerando a chave interruptora. O aluno deve observar com bastante atenção o circuito esquemático e, também, aquele que procura figurar os componentes em sua forma real, chamado, como veremos na lição prática, de **circuito chapeado.**

Note, também, que os condutores (fios) no esquema 6, são representados por traços cheios. Em 7, apresentamos outro tipo simples de circuito, que corresponde à ligação de um receptor de rádio à tomada de força da rede de distribuição domiciliar. Temos aí o gerador, que não é visto pelo aluno, porque ele se encontra na usina de força; os fios de ligação, que na realidade seriam os que vêm da usina até a residência, complementados com o fio de ligação (conhecido como cabo ou cordão de força) do rádio; e o receptor, que no caso é o próprio receptor de rádio.

4 - Circuito aberto - circuito fechado

O aluno certamente já observou que, para acender uma lâmpada, ligar uma enceradeira, um receptor de rádio, um motor elétrico, etc., deve acionar uma chave interruptora. Em sendo assim, dizemos que antes de fechar a chave interruptora o circuito estava aberto. Após o acionamento da chave, o circuito passou a ser fechado. Os dois circuitos mostrados nas figuras 6 e 7 são exemplos de circuitos fechados, porque ali não foi indicada nenhuma chave que permitisse interrompê-los.

Na figura 8, o aluno encontra um exemplo de circuito elétrico aberto, dos mais simples e comuns, pois **trata-se da instalação de uma lâmpada de incandescência a rede de força domiciliar,** através de um interruptor aberto (desligado). Note o símbolo do interruptor.

Dos dois exemplos mostrados, podemos concluir as definições:

a) Circuito fechado é aquele em que a corrente elétrica está efetivamente circulando.

b) Circuito aberto é aquele em que a corrente elétrica foi interrompida.

5 - Curto-circuito

Certamente, a expressão curto-circuito não é desconhecida do aluno. De fato, quando se unem os fios de uma instalação residencial entre si, imediatamente se queima o fusível ou, caso ele não exista, os fios da instalação aquecem-se até chegar à fusão do metal. Diz-se, então, que houve um curto-circuito. Mas, não é somente quando há desprendimento de calor que existe curto-circuito. Se, por exemplo, o fio de descida da antena de um receptor de rádio ou TV for ligado ao chassi, e não à bobina adequada, diremos também que a antena está em curto-circuito, **embora não se perceba qualquer desprendimento de calor** (figura 9). Nestes dois exemplos, o que acontece é que a corrente elétrica encontra menor resistência, ou seja, caminho mais curto (daí o nome de curto-circuito) para voltar ao gerador. O que o aluno deve observar é que, em caso de curto-circuito, a diferença de potencial nos extremos da carga (nome que também se dá ao receptor) cai a um valor muito baixo, ou seja, praticamente nulo, em conseqüência do valor baixo que tem a "resistência de curto-circuito".

Suponhamos, como exemplo, que uma lâmpada de 60 watts esteja sendo

Figura 6 - Aparência física e representação gráfica de um circuito elétrico (com pilhas).

Figura 7 - Aparência física e representação gráfica de um circuito elétrico (conectado à rede elétrica).

Figura 8 - Exemplo de circuito elétrico aberto.

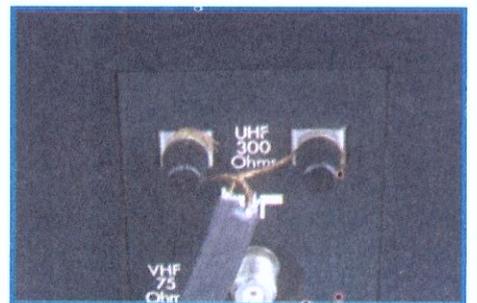



Figura 9 - Um caso típico de curto-circuito.

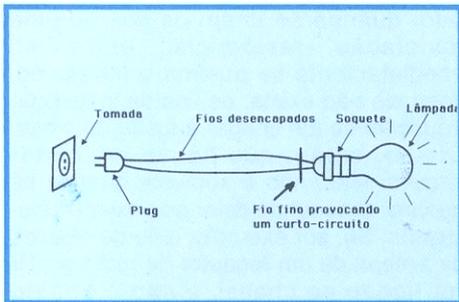



Figura 10 - A corrente circulante é de: 110V ÷ 0,1Ω = 1100 A

alimentada pela tensão de 110 volts da rede de distribuição domiciliar. Em tais circunstâncias, a corrente que passa pela lâmpada é de aproximadamente 0,5 ampère (meio ampère) e sua resistência, evidentemente, de cerca de 220 ohms. Admitamos que os terminais dessa lâmpada sejam ligados entre si, utilizando-se um pedaço de fio que tenha resistência muito baixa, digamos 0,1 ohm, como na figura 10 e que a resistência interna do gerador e dos fios de ligação que conduzem a corrente até a lâmpada seja muito menor que 0,1 ohm e, portanto, possa ser desprezada. Nestas condições, pelo fio de curto-circuito passará a corrente de 110 V ÷ 0,1Ω = 1100 A, corrente elevadíssima e suficiente para provocar a fusão do fio. Mas a lâmpada, neste caso, não se apagaria, porque a diferença de potencial nas suas extremidades continuaria sendo de 110 volts, já que admitimos que a resistência do gerador e a dos fios de distribuição são nulas. Na prática, isso não acontece, porque, se podemos desprezar a resistência interna do gerador, o mesmo não se dá com a dos fios de ligação. Suponhamos, então, que os fios de ligação tenham resistência de 0,9 ohm, que é um valor bastante razoável em uma instalação residencial. Em sendo assim, quando se curto-circuitam os terminais da lâmpada com o condutor de 0,1 ohm, a resistência total é de 1 ohm, ou seja, 0,9 ohm dos condutores, mais 0,1 ohm do fio de curto-circuito. A corrente que passa pela linha será então de 110 ampères, que resultam da divisão dos 110 volts do gerador por 1 ohm da resistência total. Essa corrente é bastante elevada e, certamente, queimaria o fusível da instalação que via de regra, tem valor entre 15 a 25 ampères. Porém, o que pretendemos saber é se a lâmpada se apagará ou não em caso de curto-circuito. Para isso, vamos determinar a diferença de potencial que aparece nos terminais da lâmpada. Como a resistência nesse ponto é praticamente a do fio que produz o curto-circuito, ou seja, 0,1 ohm, e a corrente que passa por ele é de 110 ampères, resulta que a tensão será de 110A X 0,1Ω, o que dá como resultado 11 volts. Logicamente, como a lâmpada foi construída para funcionar com 110 volts, ela não se acenderá com 11 V.

Este exemplo detalhado que demos tem a intenção de alertar o aluno quanto ao fato de que a diferença de potencial na carga, curto-circuitada, desce a um valor bem mais baixo do que aquele de seu funcionamento normal. Por outro lado, deve-se observar que o valor ôhmico da resistência de curto-circuito é muito relativo. Em outras palavras, a resistência de 0,1 ohm que curto-circuitou a lâmpada de 60 watts não teria o menor efeito se fosse colocada nos terminais de uma carga que tivesse resistência bem mais baixa que esse valor.

No exemplo da antena que citamos mais acima , bastaria uma resistência de cerca de 1000 ohms para colocar em curto-circuito o sinal.

Estamos insistindo neste conceito de curto-circuito porque, em lições futuras, quando estudarmos os circuitos empregando componentes trabalhando em freqüências elevadas, muitas vezes uma impedância (nome que se dá a resistência oferecida a corrente alternada) de alguns milhares de ohms é suficiente para curto-circuitar o sinal.

6 - Elementos fundamentais de um circuito

Do que foi visto até aqui podemos concluir que os elementos básicos de um circuito elétrico são:

- a fonte ou gerador;
- os fios de ligação ou condutores;
- a carga ou receptor.

Os geradores chamamos de elementos ativos do circuito e as cargas chamamos de elementos passivos. Estas denominações são mais ou menos lógicas, se lembrarmos que o gerador é o elemento que empurra as cargas elétricas, sendo portanto o agente da ação, e o receptor é o elemento que recebe as cargas elétricas e as transforma em alguma modalidade de energia; conseqüentemente, é o paciente da ação.

Os fios de ligação são simplesmente elementos de condução de cargas elétricas, daí a denominação de condutores.

7 - Tipos de circuitos

Se tivermos um gerador, um receptor e fios de ligação, somente poderemos montar um circuito extremamente simples como aquele que mostramos na figura 6. Se tivéssemos duas lâmpadas e um gerador, poderíamos montar dois circuitos, como mostramos na figura 11. Com maior número de lâmpadas e geradores, poderíamos montar circuitos bastante complicados; entretanto, eles sempre podem ser conduzidos aos três tipos básicos, que são: em série, em paralelo e misto.

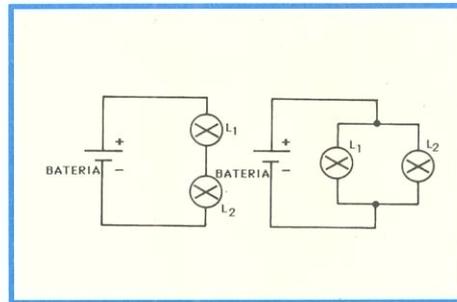



Figura 11 - Exemplo de circuitos: série e paralelo.

a) Circuito em série

Chama-se de:

circuito em série aquele em que a corrente tem apenas um caminho para percorrer.

Na figura 12, mostramos um circuito em série, pois a corrente que sai do pólo positivo da bateria passa pelo interior das duas lâmpadas e volta ao pólo negativo (sentido convencional da corrente).

A característica fundamental de todo circuito em série é que a corrente

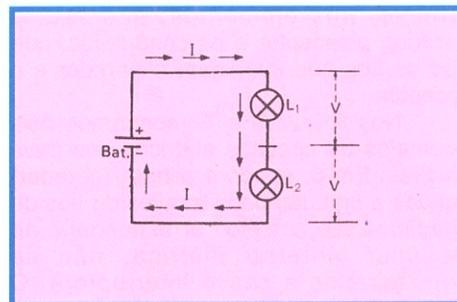



Figura 12 - Exemplo de circuito em série.

que passa por todas as cargas é a mesma. Assim, no circuito da figura 12, a corrente que passa pela primeira lâmpada é exatamente a mesma que passa pela segunda. Por outro lado, a diferença de potencial da bateria reparte-se entre as diversas cargas.

b) Circuito em paralelo

Chama-se de:

circuito em paralelo aquele em que a corrente tem mais de um caminho para percorrer.

O circuito mostrado na **figura 13** é um exemplo de circuito paralelo, pois a corrente que sai do pólo positivo da bate ria se divide, passando uma parte por uma das lâmpadas e outra pela outra lâmpada. Note que na figura 12 representamos a corrente pela letra I e indicamos seu sentido convencional de percurso pelas flechas. Já na figura 13 as

correntes nas lâmpadas foram indicadas respectivamente por I_1 e I_2, onde os pequenos números colocados embaixo das letra I servem para indicar que essas correntes não são iguais. Esses numerozinhos que o aluno encontrará freqüentemente em nossas lições, e em qualquer livro do ramo que porventura consultar, chamam-se índices. Assim, a corrente I_1 seria lida : corrente I índice um.

A característica fundamental do circuito em paralelo é que a diferença de potencial aplicada às cargas é a mesma

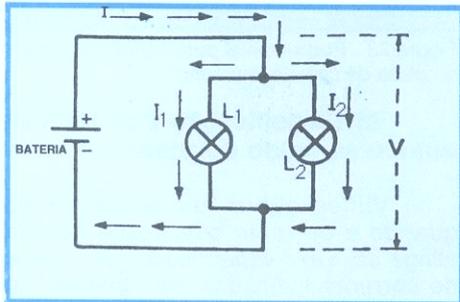



Figura 13 - Exemplo de circuito em paralelo.

para todas e igual a da bateria. Por outro lado, a corrente que sai da bateria se divide, derivando-se para cada uma das cargas. Por este motivo tal tipo de circuito é também chamado de circuito em derivação ou "shunt".

Deve-se observar que, embora a corrente se distribua em todas as cargas, a que sai do pólo positivo do gerador é exatamente a mesma que volta ao pólo negativo. Em outras palavras, isto quer dizer que:

a corrente fornecida pelo gerador é igual a soma das correntes de todas as cargas.

c) Circuito em série-paralelo ou misto

Um exemplo de circuito em série-paralelo ou misto é o que está mostrado na figura 14. Como o aluno pode notar, **ele é composto de uma ligação em série e de outra em paralelo,** daí resultando sua denominação. Como é de se esperar, tal tipo de circuito não tem uma característica única, mas goza das propriedades dos dois circuitos que o formam.

8 - Proteção e comutação de circuitos

Vimos que um curto-circuito em carga ligada a um gerador de potência, como, por exemplo, todos os aparelhos de iluminação e eletrodomésticos de uma residência, pode trazer conseqüências como a queima dos fios da instalação, quase sempre seguida de incêndio. Para

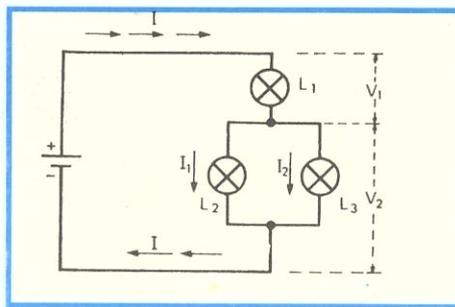



Figura 14 - Exemplo de circuito misto.

evitar que isso aconteça, todo circuito deve ser protegido contra curto-circuitos acidentais. Essa proteção é conseguida pela utilização de elementos de ruptura ou de abertura, tais como os fusíveis e os relés, respectivamente.

Além dos elementos de abertura automática que protegem os circuitos, eles devem ser providos de dispositivos que permitam fechá-los ou interrompê-los, que são as chaves interruptoras, ou que permitam escolher o circuito desejado, que são as chaves comutadoras. Assim, quando se acende ou se apaga uma lâmpada, liga-se ou desliga-se uma enceradeira, etc., o que se faz é atuar sobre uma chave interruptora, ou seja, sobre um dispositivo que corta (interrompe) a corrente que estava circulando pelo circuito ou que o liga ao gerador, fazendo que a corrente passe a circular. Mas, quando atuamos no botão de nosso rádio, escolhendo a faixa de onda que nos interessa receber, ou sobre o botão do sintonizador de canal do televisor, não estaremos simplesmente interrompendo um circuito, mas escolhendo dentre os vários circuitos exatamente aquele que nos interessa. Essa função é efetuada pela **chave comutadora.**

Nas linhas que se seguem vamos apresentar os elementos de proteção e comutação mais comuns e com os quais o aluno se defrontará constantemente em sua vida profissional.

9 - Fusíveis

Os fusíveis são os elementos de proteção de uso mais constante, seja nas instalações domiciliares ou nos circuitos de eletrônica. Os principais tipos de fusíveis são os de **rolha ou soquete e os de cartucho.** O princípio de funcionamento dos fusíveis é aquele já citado, ou seja, há a fusão do metal de que o fusível é construído, quando a corrente atinge um valor suficiente para isso.

a) Fusíveis do tipo rolha ou soquete

Na **figura 15**, mostramos o tipo mais comum de fusível do tipo rolha ou soquete, em seu aspecto real, enquanto que na **figura 16** ilustramo-lo em corte.

Como se pode notar, tal fusível **é**

Figura 15 - O elemento fusível encontra-se bem protegido, interno ao corpo de porcelana .

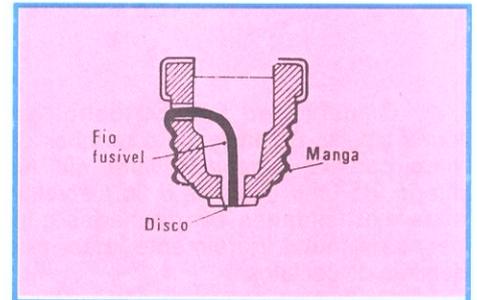



Figura 16 - Fusível em corte.

constituído por um corpo de porcelana que tem por fora uma manga rosqueada, de latão; na extremidade inferior, um disco de contato, também de latão, e, no seu interior, o fio fusível que fecha o circuito entre a manga e o disco. Esse fio é geralmente construído de material de baixa fusão, tal como o chumbo, o zinco ou ligas desses dois metais.

Quando acontece a queima de um fusível em uma instalação, não é de boa prática substituí-lo sem determinar as causas ou causa que provocou a queima. Uma vez determinada e removida a causa da queima do fusível, ele deve ser substituído por outro de mesmas características, isto é, que tenha mesma corrente de abertura e seja do mesmo tipo.

Outro cuidado que se deve tomar, quando da substituição de fusível, é o de atarraxá-lo vigorosamente em sua base, para que não haja mau contato, o que o danificaria. De fato, mau contato significa aumento da resistência de contato e, em conseqüência, aumento de temperatura nesse ponto, o que pode levar o fusível à fusão, mesmo que a corrente não tenha atingido seu valor máximo.

Os fusíveis do tipo rolha são encontrados no comércio com as capacidades de corrente de 10, 15, 20, 25, e 30 ampères.

Os fusíveis do tipo soquete são instalados em bases ou receptáculos adequados e idênticos aos receptáculos de lâmpadas de incandescência. Na figura 17, apresentamos um tipo bastante comum de porta-fusíveis. As chaves-facas, largamente utilizadas nas instalações residenciais, já vêm com os receptáculos porta-fusíveis.

b) Fusíveis-cartuchos

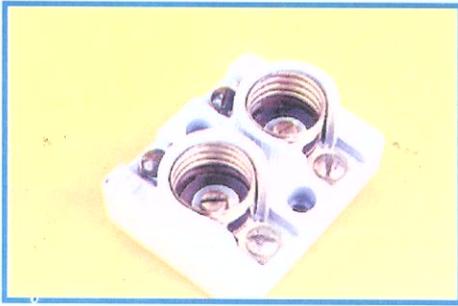



Figura 17 - Porta-fusíveis duplo.

O fusível do tipo cartucho tem forma tubular. É construído com tubos de vidro, porcelana, papelão, fibra, etc. No interior do tubo, aloja-se o fio fusível, e suas extremidades são fechadas com peças de metal, geralmente latão, que servirão de contatos.

Os fusíveis-cartuchos são bastante empregados para proteção de circuitos eletrônicos, tais como amplificadores, televisores, receptores de rádio, etc.

Os fusíveis-cartuchos para grande intensidade de corrente têm larga aplicação nas instalações industriais.

As instalações elétricas de veículos automobilísticos também costumam ser protegidas por fusíveis-cartuchos.

Apresentamos, agora, os tipos mais comuns de fusíveis-cartuchos, sendo que na figura 18 mostramos o fusível de corpo de vidro, que é o mais usado em eletrônica; na figura 19, um fusível de corpo de papelão, usado em instalações residenciais e industriais; na figura 20, um fusível de corpo de porcelana, também usado em instalações industriais; e, finalmente, na figura 21, um fusível de emprego vulgarizado em instalações de veículos. Quanto a este último fusível, devemos esclarecer que o fio fusível é externo ao corpo e forma uma peça só com as extremidades, que são os contatos.

Os fusíveis-cartuchos são instalados em receptáculos especiais. Na figura 22, mostramos o porta-fusível especialmente desenvolvido para ser fixado ao chassi através de porca própria. O aluno deve observar que esse tipo protege integralmente o fusível, o qual fica alojado em seu interior.

Na **figura 23**, mostramos outro tipo de porta-fusível, que também se presta para ser instalado sobre o chassi. Sua fixação é feita através de um parafuso com porcas. Esse tipo tem, sobre o anterior, a desvantagem de não proteger o fusível.

Na **figura 24**, mostramos o tipo de porta-fusível desenvolvido especialmente para proteção de rádios de carros. Ele é instalado no cabo de entrada de força.

Figura 18 - Fusível com corpo de vidro.

Figura 19 - Fusível-cartucho.

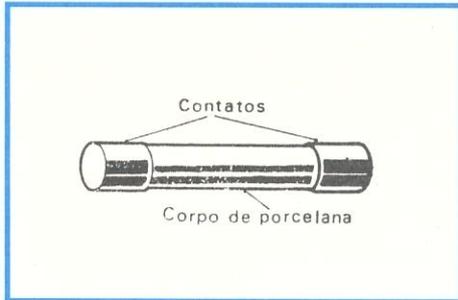



Figura 20 - Ilustração de um fusível de corpo de porcelana.

Figura 21 - Fusível para automóvel.

Figura 22 - Porta-fusível para fixação em gabinetes ou chassi.

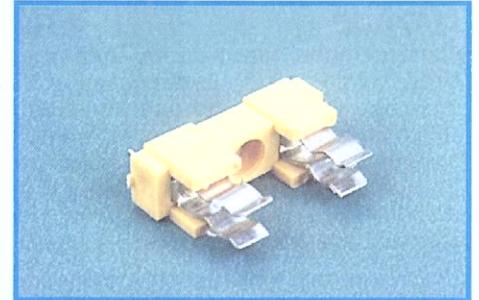



Figura 23 - Porta-fusível para fixação em chassi ou placa de circuito impresso.

c) Classificação dos fusíveis quanto ao modo de ação

Vimos que o fusível se rompe quando a corrente que passa por ele atinge um valor especificado. Os valores de corrente indicados nos fusíveis, na realidade, correspondem àqueles que suportam sem que se interrompam. Se a corrente é superior a esses valores, então haverá a fusão do fio, ou seja, a queima do fusível. Se assim é, o aluno deve estar perguntando: Qual é essa corrente, então, que provoca a abertura do fusível? Respondemos que tanto a corrente quanto o tempo durante o qual ela deve agir dependerão do tipo de fusível. O valor de corrente acima daquele especificado para o fusível é chamado de sobrecarga.

Em razão do exposto, segue-se que a sobrecarga e o tempo que o fusível demora para abrir-se determinam seu modo de ação e, quanto a isso, ele pode ser classificado em: de **ação rápida**, de **ação normal** e de **ação retardada.**

Os fusíveis de ação rápida são aqueles que têm tempo bastante curto para sobrecarga, igual a uma e meia a duas vezes o valor nominal.

Esses fusíveis são empregados na proteção de instrumentos de medida e, por isso, são construídos para valores de corrente bastante baixos, ou seja, de cerca de um miliampère até um ou dois ampères.

Figura 24 - Porta-fusível de carro.

Os fusíveis de ação rápida abrem-se em cerca de cinco segundos, quando a corrente de sobrecarga atinge duas vezes

o valor especificado. Diremos, então, que há sobrecarga de 100% (cem por cento). Se a sobrecarga for mais elevada, digamos cinco vezes (quinhentos por cento), o fusível se abrirá no tempo de 0,03 (três centésimos de segundo). Evidentemente, quanto maior a sobrecarga menos tempo o fusível levará para "queimar-se ".

Os fusíveis de ação normal são projetados para suportar sobrecarga de cerca de 100%, isto é, duas vezes o valor da corrente especificada, sem queimar-se. Entretanto, se a sobrecarga elevar-se a cerca de 120%, ou seja, 1,2 vezes de seu valor especificado, a queima se dará em menos de uma hora. Também, aqui, sobrecargas elevadas queimarão o fusível, em frações de segundos. Os fusíveis utilizados nas instalações residenciais e industriais comuns são do tipo de ação normal.

Os fusíveis de ação retardada são bastante interessantes, porque suportam a sobrecarga durante algum tempo, intencionalmente. Contudo, se ela persistir durante um tempo relativamente longo, o fusível se abrirá. Tal tipo de fusível é bastante empregado na proteção de dispositivos que utilizem motores elétricos, tais como geladeiras, enceradei-ras, bombas de elevação de água, condicionadores de ar, etc., pois tais aparelhos "puxam" mais corrente no momento da partida do motor. Naturalmente, se fosse utilizado fusível de ação normal em tal instalação (corretamente dimensionado), ele se romperia na partida do motor. Se ele fosse escolhido com muita "folga", isto é, que pudesse tolerar uma sobrecarga muito elevada, não daria proteção eficiente ao circuito, logo, a solução correta em tais instalações será o uso de fusíveis de ação retardada.

Para terminar estas informações sobre fusíveis, devemos ressaltar que aqueles que são construídos para trabalhar em linha de potência, ou seja, com corrente elevada e sujeitos a diferença de potencial elevada, quando abertos, trazem em seu corpo aberturas para escape de gases em caso de curto-circuito. De fato, quando a fusão do fio fusível é muito violenta, há vaporização do metal, que se gaseifica e pressiona o corpo do fusível como uma verdadeira bomba. O aluno já deve ter observado o estouro que o fusível dá, quando de um curto-circuito em instalação residencial. A causa desse estouro é a que acabamos de descrever. Observe, entretanto, que os fusíveis, quer sejam de rolha ou de cartucho, têm as aberturas para escape de gases.

10 - Abertura e comutação de circuitos

a) Chaves interruptoras

Do mesmo modo que uma torneira ou registro serve para abrir ou fechar a passagem de água por uma canalização, que uma porteira serve para abrir ou fechar uma passagem, sem a necessidade de se cortar a cerca, também as chaves interruptoras tem por finalidade facilitar a operação de abertura e fechamento de circuitos elétricos.

O modo de operação de uma chave interruptora é bastante simples, pois ela nada mais é que um contato móvel que pode ser fechado ou aberto, segundo nossa necessidade.

O tipo mais simples de chave interruptora é conhecida por chave-faca. Tal chave é formada por uma lâmina (faca) móvel em torno de um ponto (articulação), que se encaixa em contato fixo. Este tipo de chave é bastante utilizado para interrupção de circuitos de antena e de terra nas instalações de radiorreceptores. Quando se deseja interromper os dois circuitos ao mesmo tempo, usa-se a chave-faca dupla, que nada mais é que duas chaves simples, comandadas simultaneamente por uma mesma haste, como mostra a figura 25.

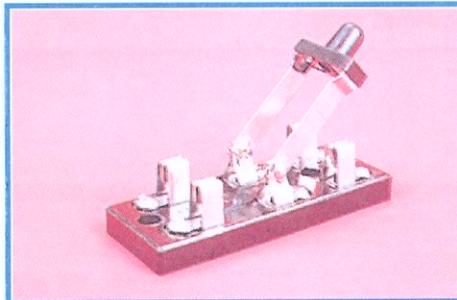



Figura 25 - Chave faca 2 x 2 sem fusível.

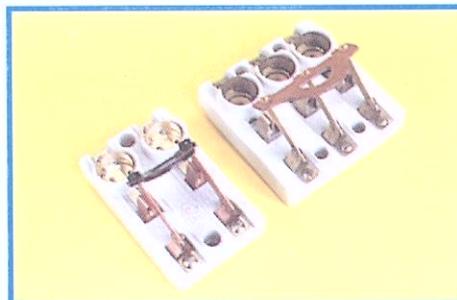



Figura 26 - Chaves duplas e triplas que usam em seu corpo receptáculos porta-fusíveis.

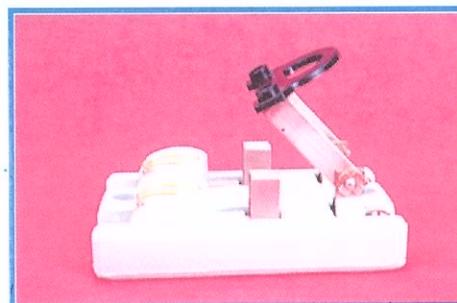



Figura 27 - Posição incorreta de fixação da chave tipo faca.

Além das chaves-facas simples e duplas que citamos, existem também as triplas, que são bastante utilizadas nas instalações trifásicas. Na **figura 26** mostramos uma chave dupla e uma tripla do tipo mais comum, que trazem em seu corpo os receptáculos porta-fusíveis.

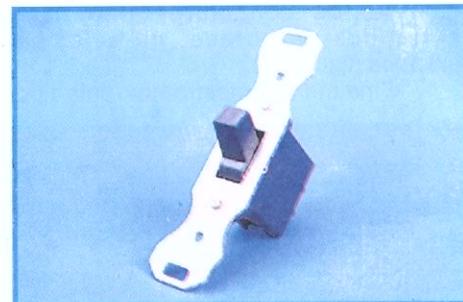



Figura 28 - Chave interruptora de alavanca.

Na instalação de uma chave-faca, o aluno deve tomar o cuidado de dirigi-la de maneira a que as facas se abram, quando puxadas para baixo. Diferente da **figura 27**. Esta prática é justificada porque, com o uso constante, haverá desgaste das articulações e as lâminas não mais permanecerão na posição em que forem deixadas. Então, a tendência das lâminas é cair sempre, e se a chave foi colocada de maneira que feche os contatos para baixo, ela permanecerá sempre fechada, o que é perigoso em caso de reparações na instalação.

Existem os mais variados tipos de chaves interruptoras. Quando a chave é para interromper um só fio, ela é chamada de chave simples, quando interrompe dois fios, ela é chamada de chave dupla, e, quando desliga três fios, dá-se-lhe o nome de chave tripla.

Procuraremos exemplificar agora, alguns tipos de chaves interruptoras simples de uso constante em instalações residenciais.

- chave interruptora de alavanca, ou simplesmente, interruptor de alavanca, conhecido como chave de embutir, de uso muito generalizado em instalações residenciais (vide **Figura 28**).
- chave de alavanca do mesmo tipo que a primeira, de mecanismo bem mais suave, conhecida pelo nome comercial de "silentoque" (**figura 29**).
- chave interruptora conhecida como chave-pêra, em virtude de sua forma ser semelhante a da fruta (**figura 30**).

- chave silentoque externa. Estas chaves são construídas para instalações

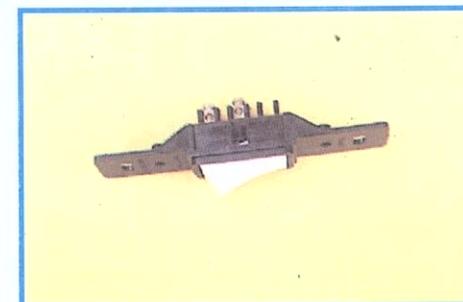



Figura 29 - Chave de alavanca "silentoque"

em que os condutores não estão embutidos na parede, ou seja, são externos (figura 31).

Finalmente, mostramos dois tipos de chaves interruptoras, de uso muito comum em eletrônica. A primeira é bastante utilizada para ligar ou desligar amplificadores de som, transmissores, etc. (figura 32). A segunda é a mais utilizada de todas, pois é a chave de quase todos os aparelhos de rádio e televisão. Esse interruptor vem conjugado com o eixo de um resistor variável chamado potenciômetro, o qual estudaremos no 3º fascículo, resistor esse que serve para controlar o volume ou o tom dos receptores de rádio e amplificadores (figura 33).

Figura 30 - Chave-pêra.

Figura 31 - Chave de alavanca ou silentoque externa.

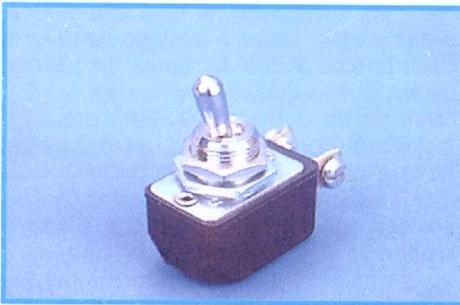



Figura 32 - Chave tipo alavanca.

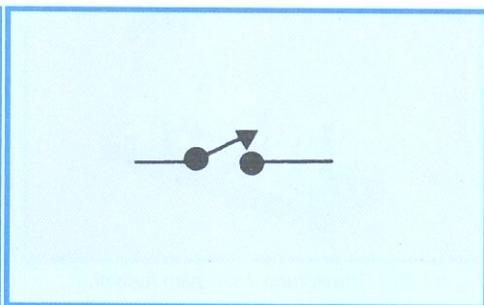



Figura 33 - Potenciômetro com chave.

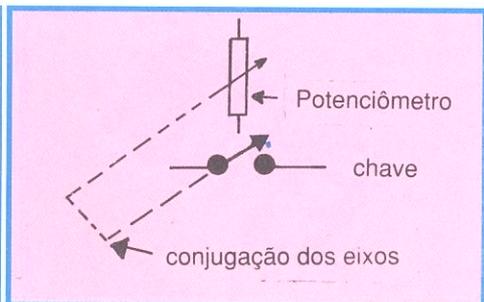



Figura 34 - Chave comutadora (1x5).

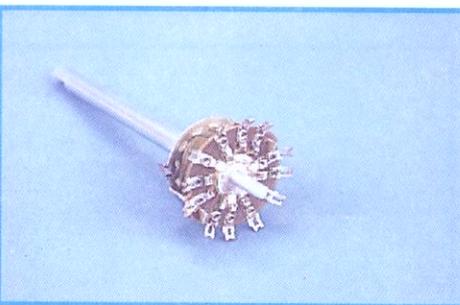
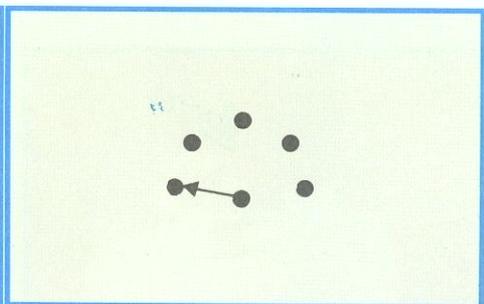
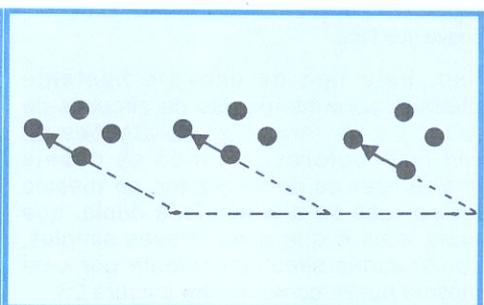



Figura 35 - Chave do tipo rotativo 3x3.

b) Chaves comutadoras

Como afirmamos, as chaves comutadoras têm por finalidade permitir que o operador escolha o circuito que lhe interessa ligar. É claro que por esse motivo as chaves comutadoras são um pouco mais complicadas que as chaves interruptoras. A seguir, apresentamos algumas chaves comutadoras com as quais o aluno se defrontará em sua vida profissional.

Na **figura 34** mostramos uma chave comutadora do tipo utilizado em estabilizadores de tensão do tipo manual, que são aqueles aparelhos que permitem modificar a tensão manualmente, quando ela aumenta ou diminui de valor.

Nas chaves comutadoras os **contatos móveis recebem o nome especial de pólos. Os fixos correspondem às posições.** Assim, se uma chave tem um contato móvel que pode fazer ligação com três outros, ou seja, que pode ocupar três posições diferentes, diremos que essa chave é de um pólo e três posições, ou simplesmente de 1 x 3 (lê-se: um por três).

Além da classificação das chaves comutadoras segundo o número de pólos e posições, elas recebem outra, de acordo com o movimento dos contatos. Assim, se o movimento é de rotação, diz-se que a chave é rotativa e, se o movimento é em linha, diz-se que a chave é linear ou deslizante.

Na **figura 35**, mostramos uma chave do tipo rotativo, de três pólos por três posições, mais comumente utilizada para a comutação de ondas nos receptores de rádio de três faixas.

Na **figura 36** mostramos uma chave de seis pólos por três posições do tipo deslizante, de uso bastante freqüente em receptores de rádio, principalmente do tipo portátil, por ser essa chave de tamanho bastante reduzido.

Na **figura 37** mostramos aqui uma chave também do tipo linear, conhecida por chave de tecla, e que tem seu uso bastante difundido na comutação de ondas em receptores de rádio para automóvel. Na realidade, **cada tecla comanda uma chave com determinado número de pólos e posições**.

Na figura 38 é mostrada uma chave tipo H-H de dois pólos por 2 posições, de uso muito freqüente em circuitos eletrônicos.

Figura 39, outro tipo de chave, a qual pode ser empregada em substituição à chave H-H, é a chave de tecla push-pull.

Figura 36 - Chave deslizante de 6 pólos por 3 posições.

Figura 37 - Chave de tecla múltipla e exemplo de simbologia.

Figura 38 - Chave H-H 2 x 2 .

Figura 39 - Chave tipo Alps 2x2 (push-pull).

Observação: Nos símbolos elétricos das chaves que mostramos, o aluno deve notar que as linhas tracejadas indicam a conjugação dos movimentos dos diversos pólos, ou seja, mostra que, quando um pólo muda de posição, todos os outros da chave também o fazem.

c) Relés, chaves magnéticas

Chamam-se de relés os interruptores ou comutadores comandados eletricamente. A finalidade de tais chaves em eletrotécnica é proteger o operador do perigo das altas potências e também por uma questão de comodidade, pois, utilizando-se relés, é possível colocar todos os comandos de uma complicada instalação em um mesmo painel. O relé é, portanto, um controle remoto.

Para que o aluno tenha uma pálida idéia da utilidade de um relé, imagine que se deva acionar um motor que funcione com a tensão de 440 volts e que tenha potência de 100 HP. Evidentemente, é possível efetuar a ligação através de uma chave do tipo faca muito bem elaborada, mas, mesmo assim, o operador sempre ficará sujeito a riscos, porque deverá atuar nas proximidades da ligação. Entretanto, usando-se um relé, ele poderá fazer a ligação a distância, utilizando um circuito de pequena potência e que, portanto, é de máxima segurança.

Chaves magnéticas: O relé de maior aplicação, quer em eletrônica ou em instalações industriais, é o conhecido pelo nome de chave magnética. O funcionamento de uma chave magnética pode ser entendido pela análise do circuito que mostramos na **figura 40**. De fato, vamos supor que devemos acionar o motor M, ligando-o ao gerador G. Então, ligamos um dos terminais do gerador diretamente no motor e o outro terminal do gerador ligaremos ao outro terminal do motor, através de um contato que estará sempre aberto, porque existe uma mola no dispositivo desenhado que força o contato para fora. Em torno do núcleo existem várias espiras de fio, de maneira a fazer com que este funcione como um eletroímã. Entre os dois terminais de saída são conectados um interruptor e uma bateria, respectivamente. Este é o circuito de baixa potência, portanto, o circuito de comando. Vejamos agora o funcionamento do dispositivo.

Quando se liga a chave do circuito de comando, a corrente passa pelo fio que envolve o núcleo de ferro e cria uma força magnética, como a dos ímãs, que atrai a lâmina (também de ferro) que suporta o contato. Desta maneira, os contatos do circuito de potência fecham-se e põem o motor em funcionamento.

Como o aluno pode perceber, a grande vantagem desse dispositivo, chamado de relé magnético, chave magnética ou disjuntor magnético (quando ele deve interromper o circuito em determinadas condições), é a de que o circuito de comando é **absolutamente seguro,** porque ele pode ser acionado a distância que se desejar e com potência tão baixa que **não ofereça qualquer perigo ao operador**. Desenhamos o circuito com um só par de contatos; entretanto, poderiam ser dois, três ou mais, de modo que se abrissem todos os fios do circuito de potência, simultaneamente.

Os relés magnéticos são bastante utilizados em instalações elétricas de automóveis, principalmente para o comando de partida, ou seja, para acionar o motor de arranque e também a buzina. Em eletrônica, os relés também são intensamente usados, principalmente em transmissores de grande potência, em circuito de telecomando, como, por exemplo, os aparelhos controlados a distância, etc (**figura 41**). Os radioamadores usam freqüentemente um relé, conhecido como relé de antena, com a finalidade de aproveitarem a mesma antena tanto para a transmissão como para a recepção. Assim, ele permite escolher o circuito a ser ligado à antena, ou seja, transmissor ou receptor, e é, portanto, também uma chave comutadora.

Relés térmicos: Além dos relés magnéticos que descrevemos linhas acima, existem os relés térmicos, que,

Figura 40 - Funcionamento de uma chave magnética.

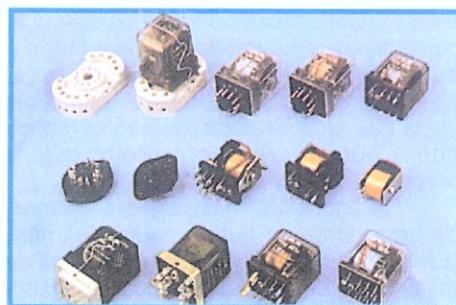



Figura 41 - Vários tipos de relés.

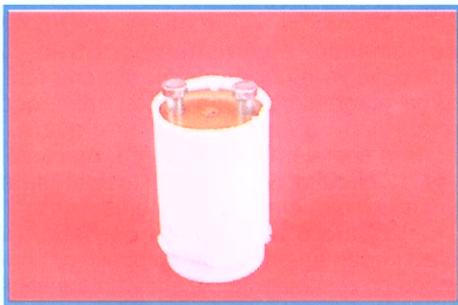



Figura 42 - Starter de lâmpada fluorescente.

Figura 43 - Relé termomagnético.

como o próprio nome sugere, **são chaves que se abrem ou fecham sob a ação do calor.** Os relés térmicos são amplamente utilizados, quer em baixa, quer em alta potência. Assim, os conhecidos "starters", que são as chaves de partida das lâmpadas fluorescentes, alguns pisca-piscas de automóveis, os controladores de temperatura (termostatos) dos ferros elétricos de passar, automáticos, são alguns exemplos da utilização de relés térmicos (figura 42).

Existem chaves magnéticas que dispõem, também, de relés térmicos que funcionam como fusíveis de sobrecarga (figura 43). Desta maneira, quando a corrente que passa pelo fio é maior do que a especificada, o calor aquece o relé térmico, e este se abre, protegendo o circuito.

O relé térmico é constituído por um par bimetálico, ou seja, duas lâminas de metais diferentes e que se dilatam diferentemente, e por uma fonte de calor. O princípio de funcionamento está ilustrado na figura 44. O aluno percebe que existem duas lâminas de metais diferentes, sobrepostas e unidas. Quando o conjunto é aquecido, as duas lâminas se dilatam, só que uma aumenta e a outra diminui de tamanho. Como estão unidas e não podem deslizar uma sobre a outra, haverá um encurvamento e abertura do contato. Linhas antes afirmamos que uma das lâminas aumenta de comprimento e a outra diminui, entretanto não é absolutamente necessário que seja assim, pois basta que uma se dilate (aumente) menos que a outra para que o efeito seja o mesmo.

Na figura 45, mostramos o "starter" de uma lâmpada fluorescente desmontado. Neste dispositivo, as duas placas de metal estão separadas, de modo que sem aquecimento elas permanecem abertas.

Quando a lâmpada fluorescente é ligada, como na figura 46, o circuito está aberto e aparece a maior diferença de tensão (110 ou 220 volts) entre as duas placas do par. Como entre as placas existe o gás néon, haverá descarga elétrica, ou seja, passagem de corrente e desprendimento de calor, o qual aquece as duas placas, fazendo que com elas se curvem e se unam, fechando o contato do circuito da lâmpada. Quando isso acontece, o filamento da lâmpada se aquece, iniciando a descarga através dela. Neste ponto, como a diferença de potencial nas placas do "starter" cai a um valor abaixo do de descarga do gás néon, as placas esfriam-se e elas novamente se abrem, colocando o "starter" fora do circuito.

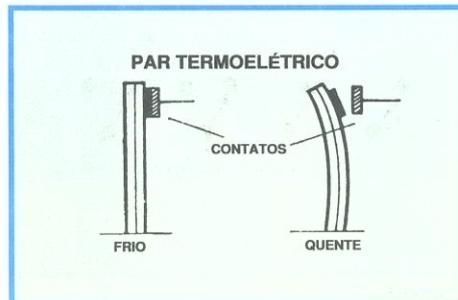



Figura 44 - Chaves que se abrem ou fecham sob a ação do calor.

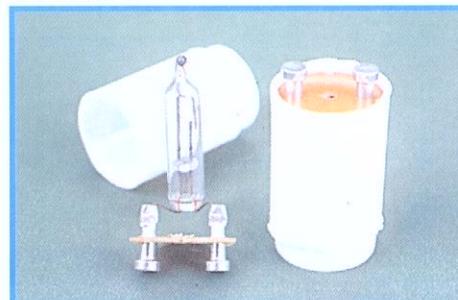



Figura 45 - Starter desmontado

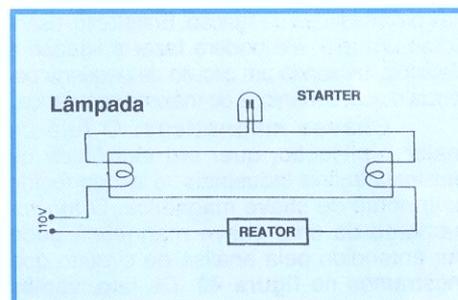



Figura 46 - Circuito do starter.

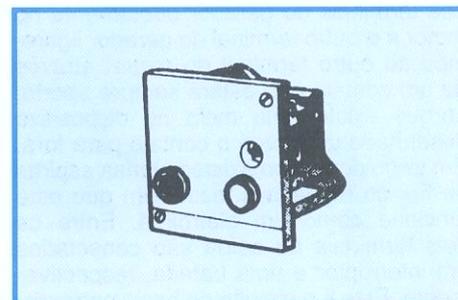



Figura 47 - Chave magnética comercial.

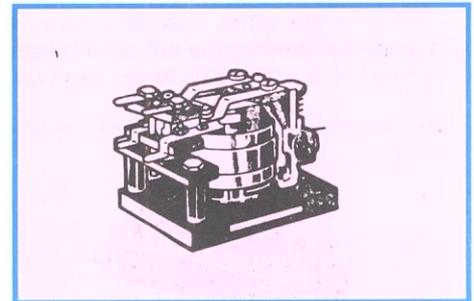



Figura 48 - Relé de antena.

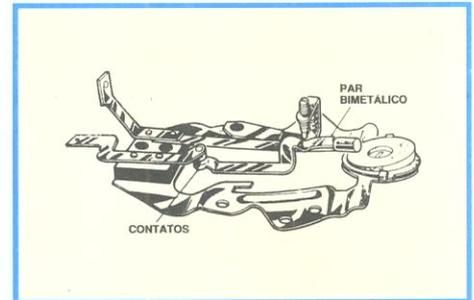



Figura 49 - Relé térmico de ferro de engomar.

Para terminar esta lição, mostramos em:

47) - chave magnética comercial, usada para acionamento de motores.

48) - chave magnética para comutação do circuito de antena de transmissores, do tipo relé de antena.

49) - relé térmico usado em ferros de engomar do tipo automático.

Observação:

Procuramos dar ao aluno uma visão global dos circuitos elétricos e do modo de protegê-los. Não entramos em particularidades, porque o momento não é oportuno para tal. Com o desenvolvimento de nossas lições, serão apresentados os detalhes de muitos dos dispositivos que aqui citamos; por isso, o aluno não deve apegar-se a detalhes, mas entender a lição em seu todo, ou seja, o que é o circuito elétrico, quais suas partes principais, como se classifica, como protegê-lo, como comutá-lo.

Na lição prática, trataremos da simbologia e do desenho dos circuitos elétricos, principalmente no que diz respeito à eletrônica. A lição prática, embora não seja evidente, é uma complementação desta lição e, por isso, o aluno deve dedicar a ela toda a atenção.

Do terceiro fascículo em diante iniciaremos o estudo dos elementos passivos, tais como resistores, capacitores, bobinas, etc., que, como carga de elementos ativos especiais, formarão os circuitos fundamentais de deteção, amplificação, retificação, etc., que são a base da eletrônica.

CURSO DE RÁDIO
2ª LIÇÃO PRÁTICA

SÍMBOLOS GRÁFICOS E DESENHO DE ELETRÔNICA

1 - Símbolos gráficos

No início da era do rádio, os receptores eram compostos de poucas peças e ligações, de forma que bastaria um desenho que representasse as peças em seu aspecto real, com suas respectivas ligações, para que sua construção ficasse perfeitamente compreendida.

Atualmente, isso já não se pode fazer, porque o número de peças que compõe um moderno receptor é bastante grande, além de que suas formas são as mais variadas possíveis.

Em sendo assim, sempre que há necessidade de representar um componente, utiliza-se um símbolo gráfico, isto é, um desenho que represente esse componente.

A adoção de símbolos adequados facilita enormemente o desenho de um circuito eletrônico, tal como um receptor de rádio, um transmissor, um amplificador etc., e tem a grande vantagem de proporcionar uma visão ampla do conjunto de ligações, o que facilita a compreensão do funcionamento.

Um circuito elétrico desenhado em forma simbólica chama-se de esquema ou diagrama.

Para que o aluno leia um esquema com facilidade, deve saber de cor os símbolos e, por isso, aconselhamo-lo a que dedique bastante atenção à tabela que apresentamos nesta lição.

O ideal, na simbologia, tanto em eletrônica como em qualquer outro ramo da técnica, seria que ela fosse universal, isto é, que os símbolos fossem os mesmos para todos os países. Lamentavelmente, - isto não se dá, e componentes que têm um símbolo na Europa têm outro na América ou na Ásia, gerando uma confusão desagradável nos meios técnicos.

Para disciplinar o assunto pelo menos regionalmente, cada país tem o seu órgão técnico competente, que propõe símbolos adequados.

No Brasil, esse organismo é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e é, evidentemente, a que deveríamos seguir.

Entretanto, **não o faremos**, porque a maioria dos fabricantes de aparelhos eletrônicos de nosso país ainda **não segue a simbologia prescrita pela ABNT** e, se apresentássemos ao aluno somente as normas nacionais, certamente teria dificuldades na leitura de esquemas de origem estrangeira. Por isso, em nossa tabela de símbolos identificamos os mais usados.

Um detalhe interessante, na proposição de símbolos, é que, quase sempre, ele proveio do desenho de um "corte" do componente original. Claro está que, com o tempo, o componente pode sofrer modificações radicais em sua forma, mas o símbolo primitivo permaneceu ou então sofre apenas uma pequena alteração.

Na tabela de símbolos que apresentamos nesta lição, o aluno encontra quatro colunas. **Na primeira, damos o nome do componente; na segunda, procuramos mostrar uma forma real ; na terceira, o símbolo alfabético, isto é, a letra ou conjunto de letras que se usa para identificar o componente; e, na quarta, o símbolo propriamente dito**.

Quanto à segunda coluna, onde mostramos o aspecto real do componente, devemos acrescentar que se procurou apresentar um componente comum, o que não impede que o aluno possa encontrá-lo com forma bastante diferente da que apresentamos.

Evidentemente, o aluno desconhece a quase totalidade dos componentes mostrados, razão por que poderia parecer inoportuno apresentá-los nesta lição. Entretanto, assim não o é, pois o nosso objetivo, com a presente lição, é que o aluno aprenda desde já a ler um esquema, e isto independe de entendê-lo ou não. Por exemplo, na figura 50 mostramos um esquema. O aluno desconhece sua função (amplificador de saída de áudio, no caso), mas é capaz de identificar que C1, C2 e C3 são capacitores, que R1 é um resistor, que T é um transistor NPN, que Tr é um transformador com núcleo de ferro e que FAL é um alto-falante de ímã permanente. É ainda capaz de assegurar que R1 tem um de seus terminais ligado ao chassi e o outro ligado ao emissor do transistor, onde também esta ligado um dos terminais do capacitor C2.

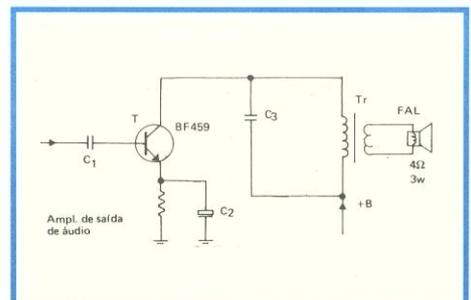



Figura 50 - Amplificador de saída de áudio.

Por outro lado, se o aluno tivesse um circuito como o mostrado na **figura 51**,

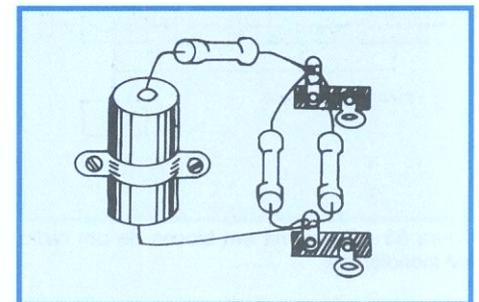



Figura 51 -Circuito elétrico.

não teria dificuldades em escrever seu esquema, como mostramos na figura 52.

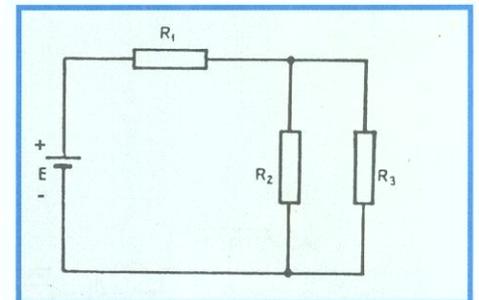



Figura 52 -Diagrama esquemático do circuito visto na figura 51.

O aluno deve notar que acessórios tais como base para lâmpadas, pontes de ligação, parafusos, porcas, "dial", caixa, etc., não têm símbolos.

Finalmente, cabe-nos observar que todos os componentes apresentados na tabela serão estudados detalhadamente, no transcorrer do curso.

2 - Desenho de eletrônica

A forma pela qual são elaborados os desenhos de eletrônica também obedece a especificações propostas pela ABNT. Segundo esse órgão, os desenhos são classificados em:

a) Esquema de bloco

São desenhos em que os circuitos de funções definidas são representados por uma figura geométrica, normalmente um retângulo, chamado bloco. Os blocos são interligados por linhas simples. Por exemplo, estudaremos, mais tarde, que um receptor de rádio comum, consta de uma etapa osciladora-misturadora, uma etapa de freqüência intermediária, uma etapa de deteção dos sinais, uma etapa de amplificação de som e da etapa de alimentação; nestas condições, o diagrama de bloco do receptor poderia ser desenhado como mostramos na figura 53. O diagrama de bloco não fornece nenhuma indicação sobre o circuito ou componentes, **mas tão somente como são ligadas entre si as diversas etapas que constituem o dispositivo eletrônico.**

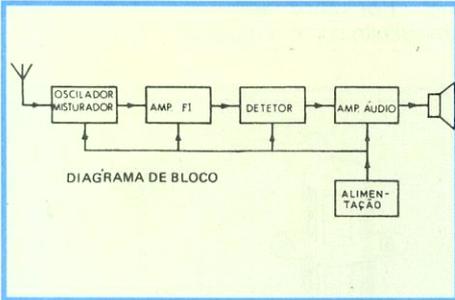



Figura 53 - Diagrama em blocos de um rádio AM monofônico.

b) Esquema simplificado

Neste tipo de esquema são desenhados os componentes do circuito, usando-se os símbolos adequados, suas ligações, **mas omitem-se os valores dos componentes**. A figura 54 ilustra o desenho de um esquema simplificado.

c) Esquema completo

É o desenho no qual são representados **todos os componentes,** suas ligações e seus valores particulares. Na **figura 55**, mostramos o esquema completo de um amplificador.

Além desses tipos de esquemas, o desenho pode apresentar ainda :

a) **vista de localização**, que é um desenho mostrando a disposição dos componentes, sua localização e também suas identificações;

b) **desenho de fiação**, o qual mostra as ligações entre os componentes. Este tipo de desenho é mais conhecido com o nome de **esquema chapeado**.

A figura 51, por exemplo, é o chapeado do esquema mostrado na figura 52.

Fica assim terminada nossa lição sobre símbolos e desenhos de eletrônica. Esta lição é muito importante para a leitura e compreensão dos circuitos e, por isso, o aluno deve estudá-la com muita dedicação, para reter na memória os símbolos mais usuais.

Figura 54 - Esquema simplificado de um simples receptor.

Naturalmente, nossa tabela não contém todos os símbolos que existem, mas somente os mais empregados em rádio e televisão, que é o escopo de nosso curso. Se no desenvolvimento de nossas lições houver necessidade de mais alguns deles o aluno tomará conhecimento.

Acrescentamos que esta tabela foi feita tomando-se os símbolos que já foram largamente empregados e os que atualmente o são; porém, nada impede que as empresas e órgãos que estabelecem os símbolos para os componentes os alterem.

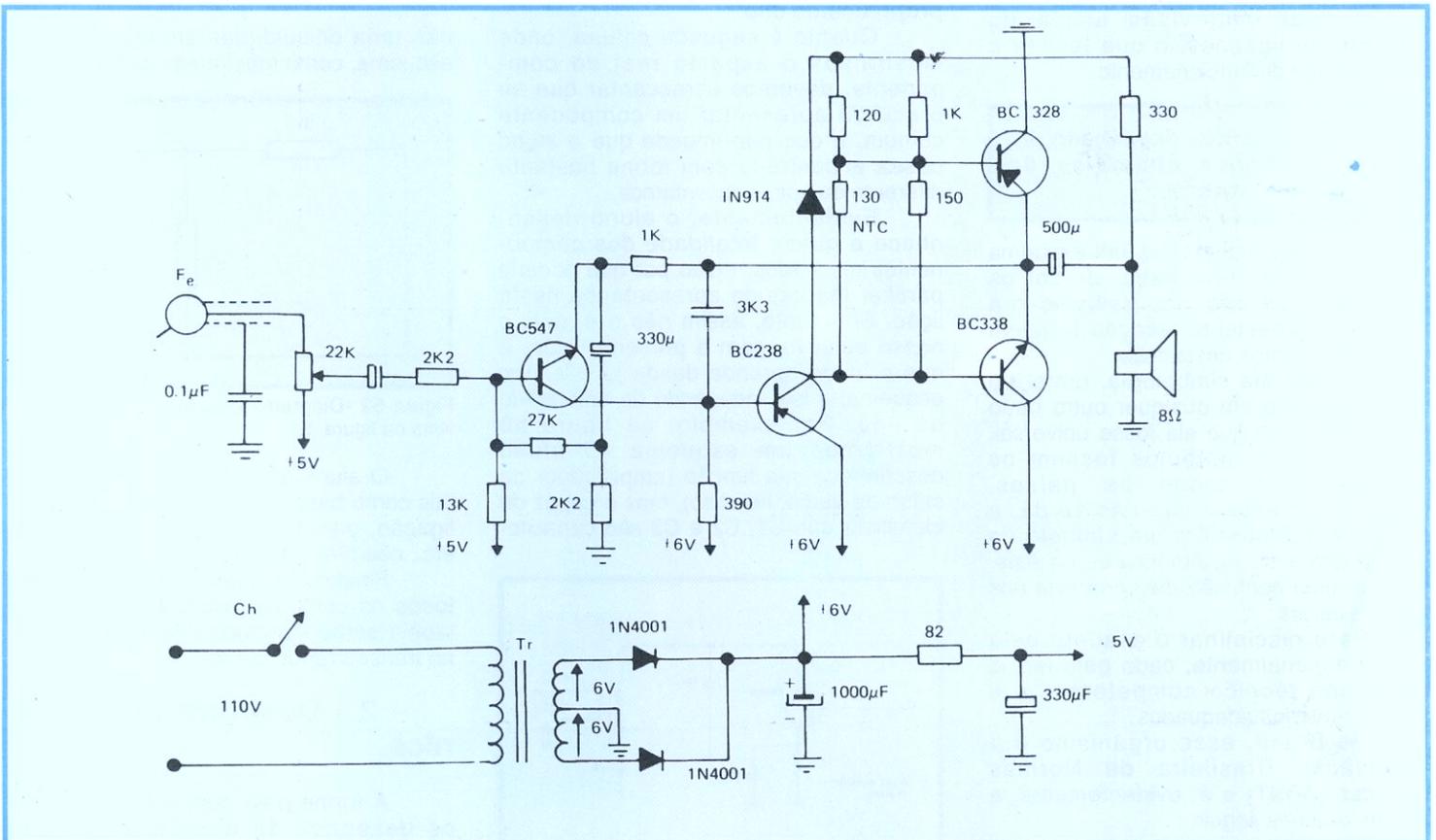
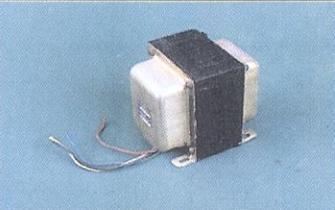
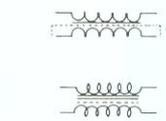
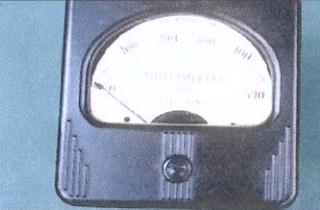
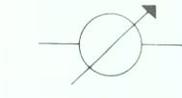
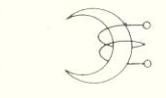
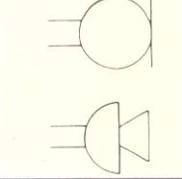
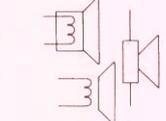
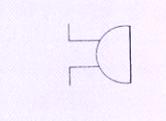
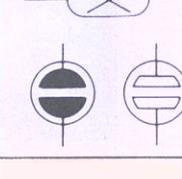
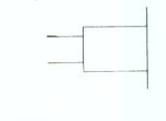
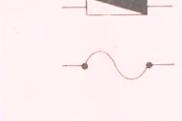
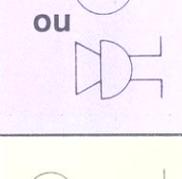
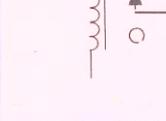
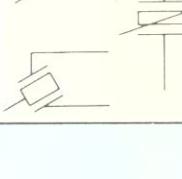
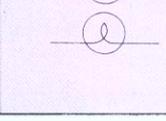
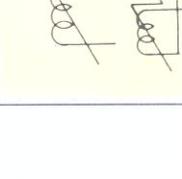
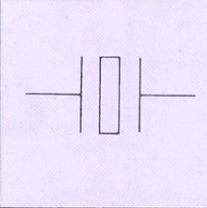
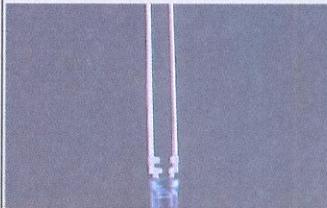
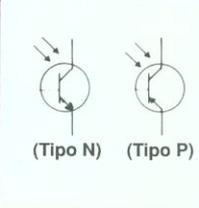
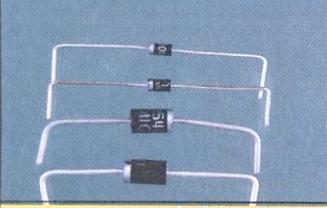
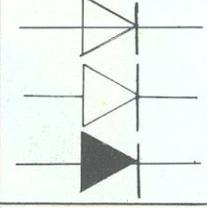
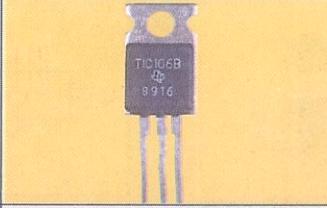
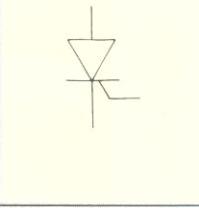
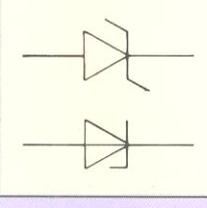
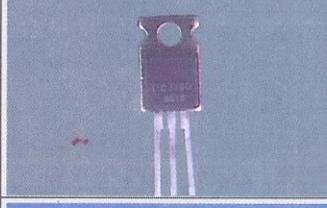
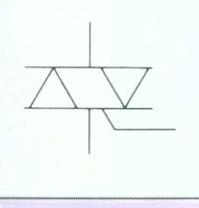
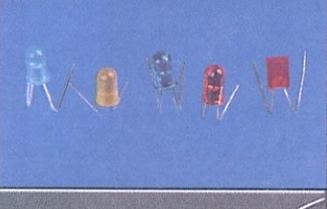
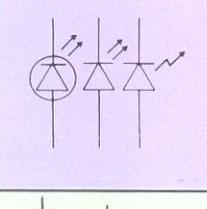
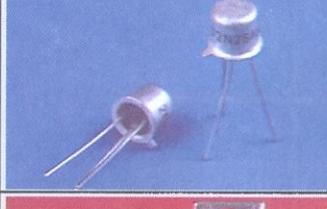
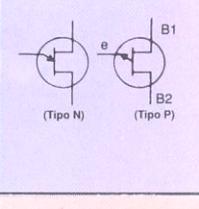
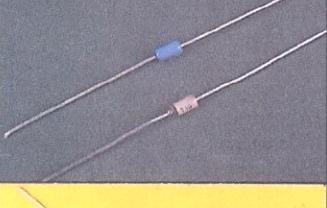
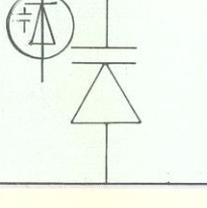
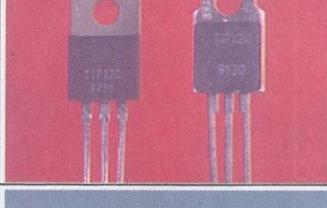
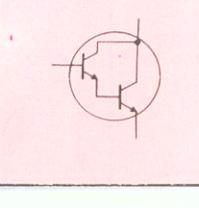
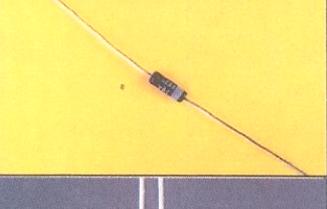
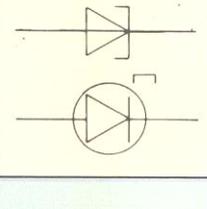
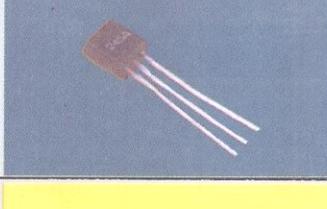
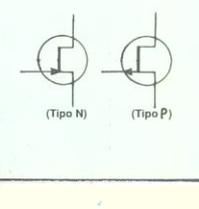
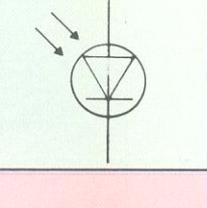
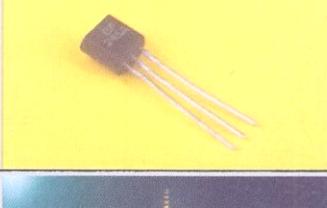
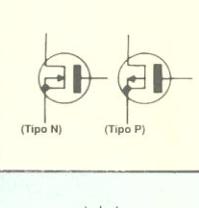
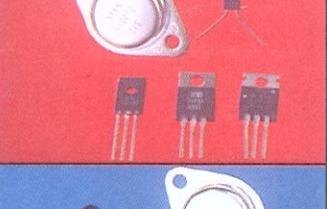
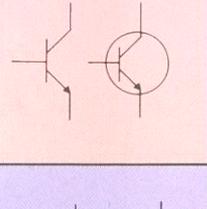
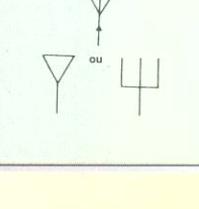
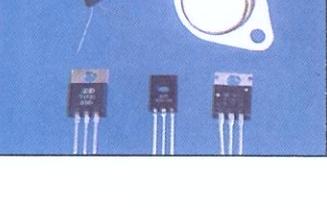
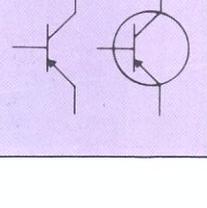
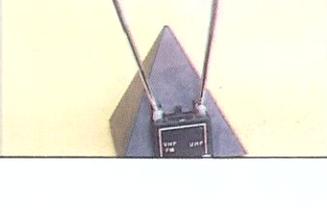
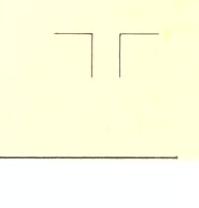



Figura 55 - Esquema completo de um amplificador.

NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SIMBOLO	NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO
Resistor Fixo		R		Capacitores variáveis (duas secções)		CV	
Potenciômetro (Resistor variável)		P ou R		Capacitores variáveis (quatro secções)		CV	
Trimpot (Resistor Ajustável)		Tp a R		Trimmer (porcelana)		Ct	
Termistor de Coeficiente de Temperatura negativa		NTC	-t° -t° -t° °C	Bobina com núcleo a ar		L	
Rede Resistiva		RR	1 2 3 4 5 6 Números dos Pinos	Bobina com derivação e núcleo a ar		L	
Resistor Dependente de tensão.		VDR	V	Bobina de Indutância variável com núcleo de ferrite.		L	
Resistor Dependente da luz.		LDR		Transformador com núcleo a ar		TR	
Capacitor Fixo Não polarizado		C		Bobina de Indutância Fixa com núcleo de Ferro		L	
Capacitor Eletrolítico (polarizado)		C	+ - + - +	Transformador com núcleo de ferro		TR	

NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO	NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO
Transformador com núcleo de Ferro e Blindagem eletrostática.		TR		Galvanômetro		(*) A V W Ω	
Cabeça gravadora/reprodutora Magnética (cabeçote)				Microfone		Mic. ou Mf	
Alto-falante com ímã permanente		FAL ou RL		Campainha		Ca	
Campainha tipo cigarra		Ci		Lâmpada NEON		Lp	
Auscutador (Egoísta)				Fusível		F	
Fone-de-ouvido				Microfone de Eletreto		Mic.	ou
Relé		RL		Cápsula Cerâmica			
Lâmpada		Lp		Filtro Cerâmico		CF	
Motor (toca-fitas ou Pick-up)		M	M	Cápsula magnética			

(*) A - Amperímetro W - Wattímetro
V - Voltímetro Ω - Ohmímetro

NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO	NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO
Cristal piezoelétrico		Cr		Foto Transistor			(Tipo N) (Tipo P)
Diodo		D		Retificador Controlado de silício		SCR	
Diodo zener		Dz		Retificador Bidirecional Controlado		TRIAC	
Diodo emissor de luz		LED		Transistor Unijunção		TUJ ou UJT	e B1 B2 (Tipo N) (Tipo P)
Diodo Varicap		Dv		Transistor Darlington		t ou Q	
Diodo Túnel		DT		Transistor de Efeito de Campo de junção		FET	(Tipo N) (Tipo P)
Foto Diodo				Transistor de efeito de campo de óxido metálico por deplexão		MOS FET	(Tipo N) (Tipo P)
Transistor Bipolar NPN		t ou Q		Antena transmissora		Ant.	ou
Transistor Bipolar PNP		t ou Q		Antena receptora bipolo interna		Ant.	

NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO	NOME	ASPECTO REAL	SIMB. ALF.	SÍMBOLO
Antena receptora externa		Ant.	ou	Jaque			
Tubo de raio catódico de focalização Eletrostática.		TRC		Tomada tipo RCA			
Tubo de raio catódico de focalização Eletromagnética		TRC		Borne			
Pilha e bateria		B	Pilha Bateria	Pino ou pólo de um pino			
Chave tipo alavanca liga-desliga		Ch ou S		Plug tipo RCA			
Chave rotativa (1x5)		Ch ou S		Cabo blindado (coaxial)			
Massa (ligação ao chassi ou de terra)			ou	Ligação entre dois pontos			A B
Dissipador de calor				Cruzamento de ligações sem união			ou
Blindagem			ou	Cruzamento de ligações com união (nós)			

CURSO DE RÁDIO
2ª LIÇÃO ESPECIAL

S.3

FIOS (2ª PARTE)

CONDUTORES DE ENERGIA ELÉTRICA (2ª PARTE)

Na aula anterior vimos algumas das características próprias de um condutor, tais como materiais empregados para sua constituição, a classificação dos mesmos conforme suas secções, complementando a referida aula com a apresentação da tabela I.

Porém, um tópico muito importante, referente a fios, deixamos para ser visto nesta aula; estamos nos referindo à resistividade oferecida pelo condutor, a qual pode ser considerada como uma característica elétrica do mesmo.

Figura 1 - Fio nu estanhado.

a) Resistência dos condutores de cobre

Outro fator que influi decisivamente na escolha de um condutor consiste na resistência elétrica que o mesmo oferece. Por esta razão, na tabela I, nas suas duas últimas colunas (da esquerda para a direita), são indicadas, para cada bitola, as resistências mínimas e máximas, respectivamente, de um condutor de cobre medindo 1 Km de comprimento.

Para calcular-se a resistência de um condutor de comprimento qualquer, basta mutiplicar os seus valores ôhmicos, indicados na tabela I, pelo comprimento desse condutor, **medido em Km.**

Desta maneira, por exemplo, o condutor nº 38 AWG apresenta, como resistências mínima e máxima, 1,99111Ω e 2,23977Ω, respectivamente.

Desta maneira, um fio nº 38 AWG de 4 Km de comprimento apresenta uma resistência máxima de:

$$2{,}23977 \times 4 = 8{,}95908 \approx 9\Omega$$

Quanto à resistência mínima deste fio, para o mesmo comprimento, esta será de:

$$1{,}99111\Omega \times 4 = 7{,}96444 \approx 8\Omega$$

Caso medirmos a resistência oferecida por tal condutor com o comprimento indicado, certamente encontraremos qualquer valor ôhmico intermediário entre os dois valores calculados, inclusive.

O fato de ter-se multiplicado a resistência, em Ω por Km, pelo comprimento do fio, decorre do fato de ser a resistência de um condutor proporcional ao seu comprimento.

Queremos aqui deixar bem claro que os valores ôhmicos indicados na tabela I referem-se unicamente aos condutores de cobre, o que não ocorre com os demais dados da referida tabela.

Além disto, tal tabela refere-se, como já citamos anteriormente, a fios cuja bitola ainda é indicada conforme a escala AWG. Atualmente, conforme o aluno terá oportunidade de verificar, emprega-se uma escala em mm^2.

b) Tipos mais comuns de condutores

Estudamos até aqui as principais características dos fios, considerando-os como sendo condutores nus, isto é, desprovidos de qualquer capa ou verniz de material isolante com que muitas vezes são fabricados.

Passaremos, agora, a considerar os tipos mais importantes de isolamento dos condutores.

Queremos inicialmente, destacar que a espessura e a natureza do material isolante depende principalmente da tensão elétrica à qual o condutor será submetido. Com isto, quanto mais elevado o número de volts que o condutor deve suportar, maior deverá ser a espessura do encapamento e melhor a qualidade do material isolante empregado.

Em grande números de casos, é desejável ter dois ou mais condutores isolados entre si, porém agrupados de maneira a constituírem um único cabo. O conjunto em questão é novamente envolvido em material isolante, cuja principal função é manter os condutores unidos e formar um todo compacto. Temos, assim um conjunto denominado cabo múltiplo.

A seguir, daremos uma indicação sobre vários tipos de condutores. Obviamente, não abrangeremos todos os tipos existentes, pois isto seria impraticável, devido à grande variedade de tipos fornecidos por cada fabricante, sendo que cada qual acrescenta características peculiares para seus produtos, visando uma certa melhoria de qualidade e diferenciação.

Além disso, apenas citaremos denominações técnicas ou marcas quando realmente for indispensável; procuraremos, isto sim, fazer um pequeno quadro geral, mencionando apenas a denominação mais popular e comum nos meios técnicos.

Fio nu estanhado: seu uso é relativamente restrito, devido ao fato de o mesmo não possuir isolamento externo, mas sim uma camada de estanho, depositada externamente por eletrólize, a qual propicia um excelente contato elétrico (veja **figura 1**).

Deve-se, portanto, ter muito cuidado ao manusear tal tipo de fio para evitar-se curto-circuitos.

Fio nu esmaltado: sendo também muito empregado para a confecção de

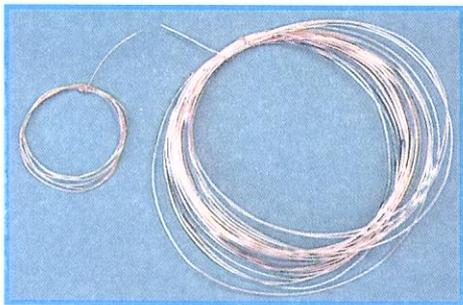



Figura 2 - Fio nu esmaltado.

Figura 4 - Cabo isolado.

Figura 5 - Cordão paralelo.

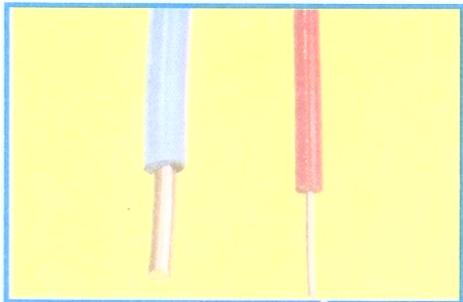



Figura 3 - Fio encapado.

bobinas de radiofreqüência, o principal emprego deste fio compreende a construção de transformadores diversos (figura 2).

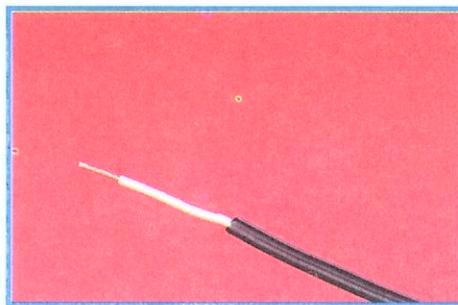
São vários os tipos de fios esmaltados, os quais classificam-se de acordo com o tipo de isolação empregada, conforme o aluno pode observar por intermédio da tabela II.

Nesta tabela é citada também, em função do esmalte empregado, quais os principais empregos e bitolas para cada caso específico.

Fio encapado: o fio encapado é geralmente empregado em ligações onde se faz necessária uma melhor isolação associada à uma maior rigidez mecânica (veja figura 3).

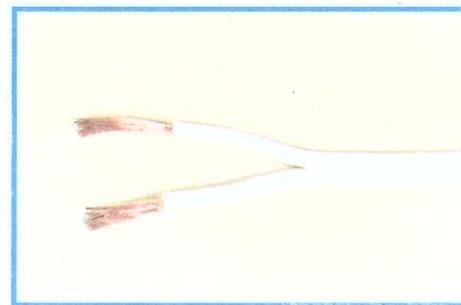
Porém o maior campo de uso deste tipo de condutor consiste na distribuição de rede, em instalações residenciais, onde certamente o aluno já teve a oportunidade de constatar seu largo emprego.

Cabos isolados: o termo genérico cabo isolado indica, mais precisamente, um cabo composto por uma ou mais "veias" , e, caso houverem, o envoltório individual de cada veia (capa plástica, por exemplo), o envoltório do conjunto das veias (capa plástica) e o envoltório (ou envoltórios) de proteção do cabo (cobertura), conforme exemplificado na figura 4.

Geralmente, a cobertura atua principalmente como proteção da isolação, impedindo o contato direto da mesma com o ambiente; com isto, é correto concluir-se que as coberturas devem apresentar propriedades compatíveis com as aplicações dos cabos. Nas coberturas, podem ser empregados diversos materiais, sendo os mais comuns: polietileno, clorossulfonato, borraça de silicone, PVC, poliuretano, etc.

Cordão: chama-se de cordão o cabo flexível com reduzido número de condutores isolados (geralmente 2 ou 3) de pequena secção transversal. Podem ser paralelos ou torcidos, porém os primeiros são mais facilmente encontrados (figura 5).

Quanto às características técnicas dos cordões, a título de ilustração apresentamos, na tabela III, os dados referentes a um tipo muito comum em nosso mercado. Tal tabela exemplifica muito bem o fato de que os cabos e cordões são classificados, no que se refere às suas bitolas, em mm^2. O número multiplicador tem a função de indicar o número de condutores que compõem o cordão.

Cabinho estanhado: muito usado em circuitos eletrônicos, em diversos pontos onde não haja o risco de captação de roncos ou zumbidos, ou não tenha a presença de sinais. Também possuem bitolas que devem ser determinadas em mm^2 (figura 6).

Cabo blindado: também denominado de cabo chieldado, é empregado em circuitos onde é presente sinais a serem amplificados. A blindagem externa pode tanto ser trançada como torcida, e geralmente é interligada ao circuito de maneira a evitar-se a captação de zumbidos (figura 7).

Tais cabos podem possuir, internamente à blindagem, até cinco condutores isolados entre si, ocasião em que recebem denominações especiais ("estéreo" ou "tipo Philips").

Cabos múltiplos: mais conhecidos por "chicotes", tais cabos são constituídos por vários cabinhos paralelos, geralmente em números múltiplos de 6 (6, 12, 18, 24 e 30); além de serem empregados para realizar interligações entre as várias placas de um aparelho, seu emprego é freqüente em aparelhos de informática (**figura 8**).

Cabo polarizado: este tipo de cabo é constituído por um cordão paralelo comum onde um dos condutores é encapado com material de cor adversa ao outro; geralmente, adota-se, para as capas, as cores preta e vermelha (figura 9).

Fio de descida de antena de 300Ω: também denominado apenas por "fio de antena", constitui uma espécie de cordão paralelo onde os condutores são

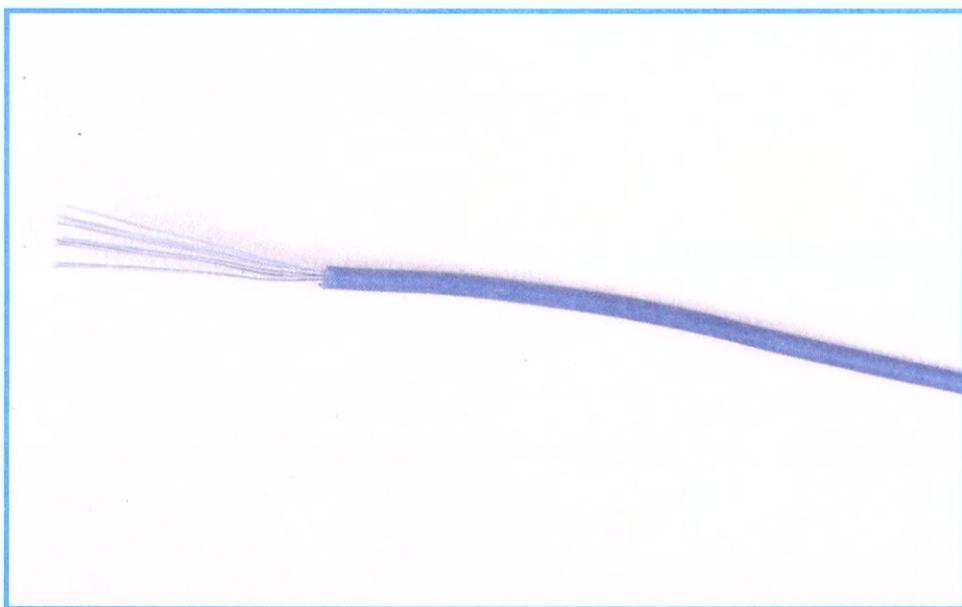



Figura 6 - Cabinho estanhado.

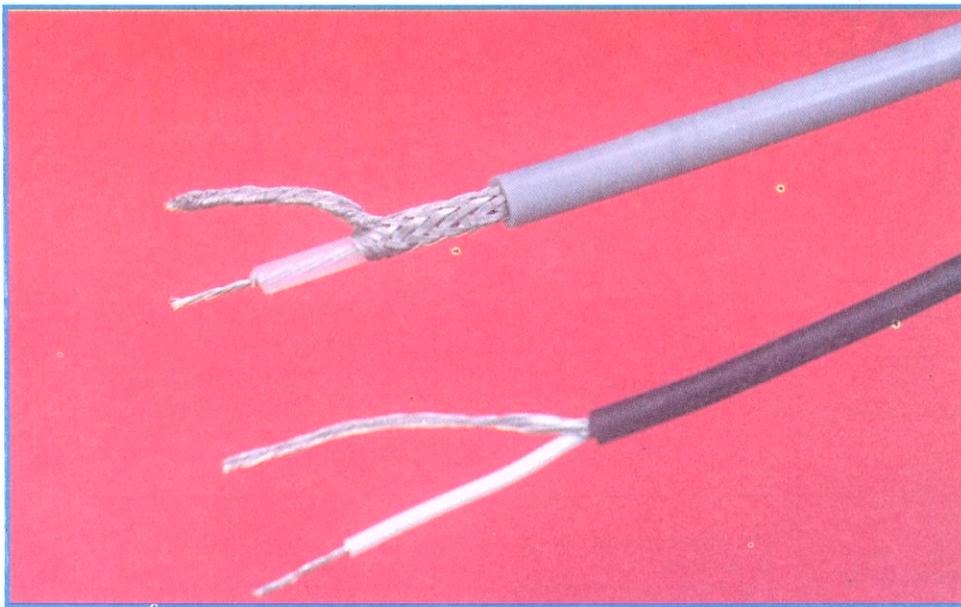



Figura 7 - Cabo blindado.

relativamente distanciados entre si, empregados para interligar-se antenas de recepção aos televisores.

Tais condutores podem apresentar unicamente a capa, ou então capa e proteção, conforme ilustrado na figura 10.

Fio de descida de antena de 75Ω: mais conhecido como cabo coaxial, o mesmo, apesar de empregado com finalidade semelhante a do fio de antena, possui características que torna-o mais adequado ao uso em conjunto com antenas externas, pois a captação de interferências é relativamente dificultada. Este tipo de fio pode ser visto na figura 11.

Cordoalha: sendo muito empregada como condutor, a cordoalha é composta por um grande número de fios finos, entrelaçados entre si, de maneira a apresentar uma grande flexibilidade e maleabilidade.

As cordoalhas podem ser encontradas tanto sem isolação alguma (estanhadas ou não), como também isoladas por uma capa, sendo esta última muito empregada em pontos de circuitos onde hajam tensões elevadas (figura 12).

Espaguete: julgamos conveniente inserir aqui a descrição do espaguete, embora não seja um condutor. O espaguete é simplesmente uma capa isolante, sem qualquer condutor em seu interior, empregada para a isolação de condutores. Assemelha-se muito ao espaguete usado como alimento e pode ser feito de plástico, seda, borracha, "nylon", etc. (figura 13.)

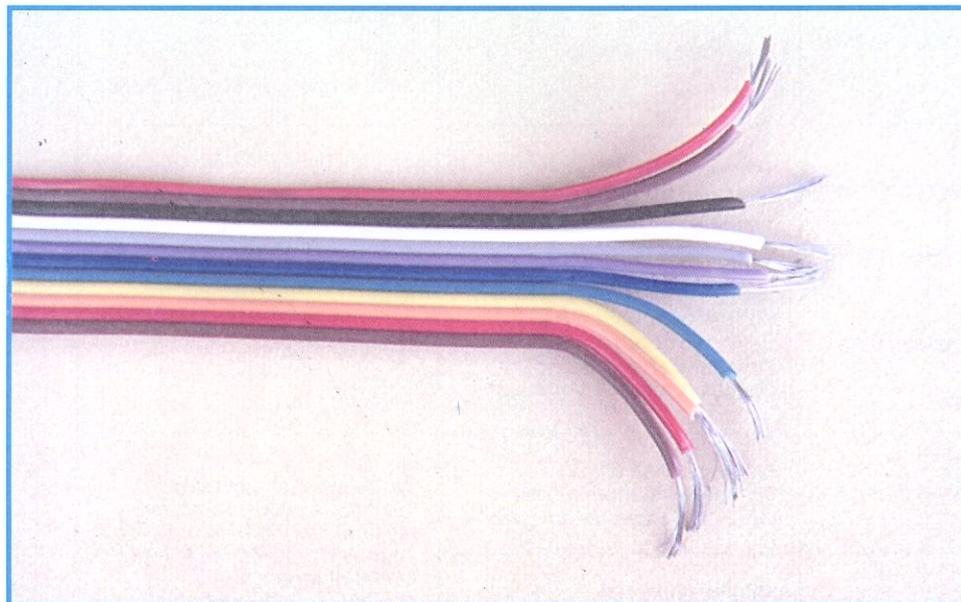



Figura 8 - Cabos múltiplos.

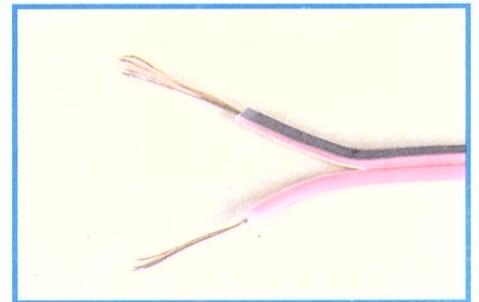



Figura 9 - Cabo polarizado.

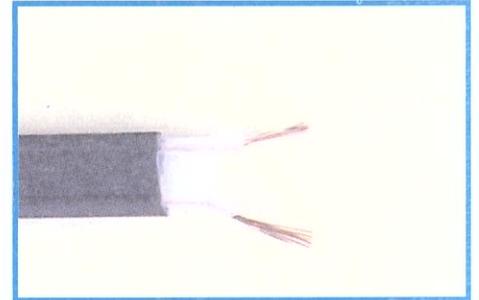



Figura 10 - Fio de Antena de 300Ω.

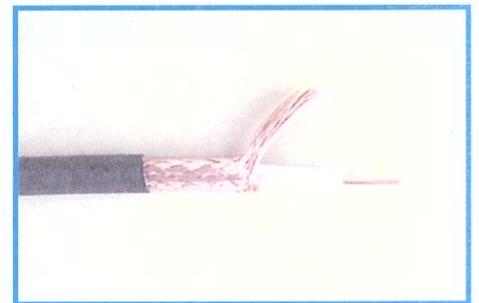



Figura 11 - Cabo de antena de 75Ω.

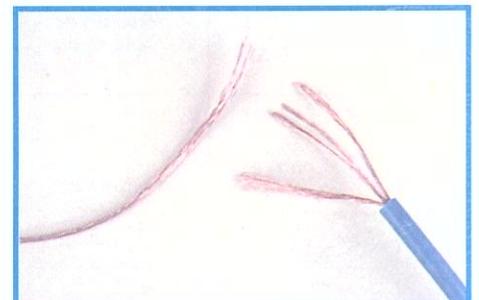



Figura 12 - Cordoalha.

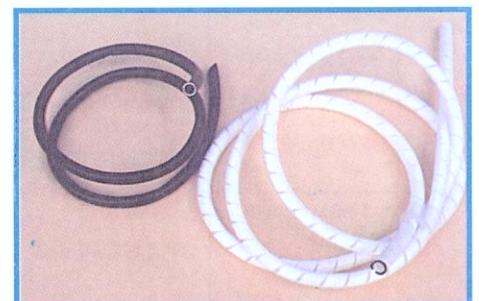
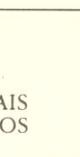



Figura 13 - Espaguete.

TABELA II

E S M A L T A D O S

DESIGNAÇÃO COMERCIAL CLASSE TÉRMICA	ISOLAÇÃO	FAIXA DE FABRICAÇÃO	PROPRIEDADES	PRINCIPAIS EMPREGOS
PIREFORM (105° C) INSULATION SYSTEMS	Polivinilformal Modificado	04 AWG a 28 AWG Retangular (vide gráfico 1)	- Alta resistência mecânica e a abrasão - Excelentes características de enrolamento - Resistente a agentes químicos, fluidos refrigerantes e óleos minerais	- Medidores de consumo de energia elétrica - Motores geradores e motores de arranque - Motores de unidades seladas de refrigeração - Transformadores a óleo e a seco
PIREQUENT (130° C)	Epoxi	04 AWG A 28 AWG	- Boa resistência a umidade e a óleos minerais	- Motores - Reatores e transformadores
PIRESOLD (130° C) INSULATION SYSTEMS	Poliuretana	16 AWG a 52 AWG	- Soldável (360° C)	- Aparelhos de medição - Bobinas de aparelhos eletrônicos - Bobinas para telefonia - Componentes eletrônicos para rádios, TV e informática - Equipamentos em geral, onde a operação de soldagem requer cuidados especiais
PIRESOLD NY (130° C) INSULATION SYSTEMS	Poliuretana e revestimento externo de poliamida	08 AWG A 52 AWG	- Soldável (360° C) - Boa resistência a abrasão e excelente bobinabilidade	- Aparelhos de medição - Bobinas de aparelhos eletrônicos - Micromotores - Pequenos transformadores - Reatores e reles
PIRESOLD PH (130° C)	Poliuretana	28 AWG a 52 AWG	- Soldável (360° C) - Resistente a Pin Hole	- Bobinas de aparelhos eletrônicos para altas freqüências - Componentes eletrônicos para rádio, TV e informática - Transformadores tipo fly-back
FLEXISOLD (155° C)	Poliuretana Modificada	18 AWG A 52 AWG	- Soldável (360° C) - Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos	- Bobinas para telefonia - Componentes eletrônicos - Micromotores - Pequenos transformadores - Reatores e reguladores de tensão - Reostatos e reles
FLEXISOLD NY (155° C)	Poliuretana modificada e revestimento externo de poliamida	18 AWG a 52 AWG	- Soldável (360° C) - Boa resistência a abrasão e excelente bobinabilidade - Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos	
TERMODUR (155° C) INSULATION SYSTEMS	Poliesterimida	04 AWG a 52 AWG	- Soldável (455° C) - Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos	- Freios eletromagnéticos - Motores de eletrodomésticos - Motores fracionários e universais - Reatores reguladores de tensão e bobinas de ignição - Reostatos, reles e timers - Transformadores e motores de um modo geral sujeitos a condições de umidade e calor
TERMODUR NY (155° C) INSULATION SYSTEMS	Poliesterimida e revestimento externo de poliamida	04 AWG a 52 AWG	- Soldável (455° C) - Boa resistência a abrasão e excelente bobinabilidade - Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos	

E S M A L T A D O S

DESIGNAÇÃO COMERCIAL CLASSE TÉRMICA	ISOLAÇÃO	FAIXA DE FABRICAÇÃO	PROPRIEDADES	PRINCIPAIS EMPREGOS
PIRETERM (180°C) ® UL INSULATION SYSTEMS	Poliesterimida	16 AWG a 52 AWG	- Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos - Resistente a fluidos refrigerantes	- Alternadores, bobinas de ignição - Ferramentas elétricas - Motores de aparelhos domésticos - Motores de limpadores do pára-brisa - Motores herméticos - Motores e transformadores de alta tensão - Reatores para lâmpadas fluorescentes
PIRETERM W (180°C)	Poliesterimida	04 AWG a 15 AWG Retangular (vide gráfico 1)	- Resistente a temperaturas elevadas e a agentes químicos	- Alternadores - Chaves estáticas - Eletroímãs - Fontes de alimentação - Geradores - Máquinas de solda - Motores e transformadores de alta tensão
POLITERM (200°C) ® UL INSULATION SYSTEMS	Poliesterimida e revestimento externo de amida-imida	04 AWG a 44 AWG Retangular (vide gráfico 1)	- Resistente a temperaturas elevadas. Ótima resistência mecânica - Resistente a fluidos refrigerantes e a óleos clorados	- Alternadores, bobinas de ignição - Ferramentas elétricas - Motores de aparelhos domésticos - Motores de limpadores do pára-brisa - Motores herméticos - Motores e transformadores de alta tensão - Reatores para lâmpadas fluorescentes
POLITEMP (220°C)	Poliimida	Grau I 04 AWG a 38 AWG Grau II 04 AWG a 28 AWG Retangular (vide gráfico 1)	- Excelente resistência térmica - Excepcionais características de resistência a agentes químicos e a sobrecarga	- Bobinas encapsuladas - Bombas submersas - Ferramentas elétricas - Motores herméticos - Motores de tração - Equipamentos sujeitos a elevada solicitação térmica
PIREFIX (105°C)	Poliuretana e revestimento externo termocementável	20 AWG a 52 AWG	- Soldável (360°C) - Autocolante. Permite a colagem entre as espiras sem impregnação	- Bobinas para alto-falantes - Bobinas para aparelhos de rádio e TV - Bobinas especiais para eletrônica - Cápsulas de telefonia - Centrais telefônicas - Fones de ouvido
TERMOFIX SD (155°C)	Poliesterimida e revestimento externo termocementável	08 AWG a 46 AWG	- Soldável (455°C) - Autocolante. Permite a colagem entre as espiras sem impregnação - Resistente a temperaturas elevadas	- Bobinas para alto-falantes - Bobinas para reles - Bobinas para TV em cores - Freios eletromagnéticos - Rotores de alta rotação
TERMOFIX (155°C)	Poliesterimida e revestimento externo termocementável	08 AWG a 46 AWG	- Autocolante, permite a colagem entre as espiras sem impregnação - Resistente a temperaturas elevadas	
TERMOFIX H (180°C)	Poliesterimida e revestimento externo termocementável	16 AWG a 46 AWG	- Autocolante. Permite a colagem entre as espiras sem imprégnação - Resistente a temperaturas elevadas e a fluidos refrigerantes	- Rotores e estatores em geral - Transformadores - Freios eletromagnéticos - Equipamentos sujeitos a vibrações, dispensando o uso de impregnantes

TABELA III

DADOS CONSTRUTIVOS

Número Cond. x Seção Nominal (mm²)	Diâmetro Nominal do Condutor (mm)	Espessura Nominal da Isolação (mm)	Dimensões Externas Nominais (mm)	Peso Líquido Nominal (kg/km)	Acondicionamento (m)	
					Rolo	Carretel
CORDÕES PLASTIFLEX PARALELO 300/300V						
2 x 0,5	0,87	0,80	2,60 x 5,20	21	100	750
2 x 0,75	1,05	0,80	2,70 x 5,50	26	100	650
2 x 1	1,25	0,80	2,90 x 5,90	32	100	550
2 x 1,5	1,50	0,80	3,20 x 6,40	41	100	500
2 x 2,5	1,95	0,80	3,60 x 7,30	61	100	350
2 x 4	2,50	0,80	4,20 x 8,40	90	100	—
CORDÕES PLASTIFLEX TORCIDO 300/300V						
2 x 0,5	0,87	0,80	5,10	21	100	600
2 x 0,75	1,05	0,80	5,40	26	100	500
2 x 1	1,25	0,80	5,80	32	100	450
2 x 1,5	1,50	0,80	6,30	41	100	350
2 x 2,5	1,95	0,80	7,20	62	100	250
2 x 4	2,50	0,80	8,30	90	100	—

Curso de
ELETRÔNICA BÁSICA
RÁDIO E TV
INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO

RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES
INSTRUÇÕES PARA UMA BOA APRENDIZAGEM

1 - Procure não estudar vários assuntos de uma só vez: isso é extremamente prejudicial, atuando negativamente na sua linha de raciocínio.

2 - Escolha um local adequado para estudo. Quer em casa ou no seu ambiente de trabalho, esse local deve ser bem iluminado e isento de ruídos que possam atrapalhar sua aprendizagem.

3 - Não estude por horas a fio. Procure reservar de uma a duas horas diárias (média refomendável) às suas atividades estudantis.

4 - Faça com que seus estudos tornem-se um hábito (e uma obrigação) diário. Não deixe que nada interfira nesse hábito salutar e necessário a você que almeja concluir seu curso com brilhantismo.

5 - Não seja apressado nos estudos. Cada trecho de aula não deve ser apenas lido. Ele deve ser ententido e assimilado. Assim, cada assunto apresentado deve ser primeiramente lido na sua íntegra. Após isso, releia-o enfocando os pontos principais; destaque-os fazendo anotações numa folha em separado. Essa técnica de estudo é recomendável, pois fará com que você memorize e grave com maior facilidade.

6 - Mantenha seus materiais de estudo (fascículos, folhas suplementares com anotações e resumos) bem ordenados, e forma a que qualquer consulta possa ser feita com rapidez.

7 - Nunca estude naqueles momentos em que suas condições orgânicas forem desfavoráveis. Sono e descanso, por exemplo, são fatores que contribuem para que o rendimento escolar seja negativo. Opte pelos períodos em que você, organicamente, esteja idealmente predisposto aos estudos.

8 - Não esmoreça e estude com muito afinco. Lembre-se que o curso está estruturado de forma a permitir uma fácil assimilação de seu conteúdo didático, porém sua aprendizagem depende muito do seu grau de interesse, de sua boa vontade e perseverança. Feitas essas recomendações, queremos desejar-lhe um excelente curso e um aproveitamento digno de seu esforço.